ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 SEPTEMBRE 1950.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE JAVILLIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Avadhesh Narayan Singh**, mathématicien et historien des Sciences, Doyen de la Faculté des Sciences de Lucknow, Hindoustan.

M. **Arnaud Denjoy** s'exprime ainsi :

Du mercredi 30 août au mercredi 6 septembre, s'est tenu à l'Université Harvard un Congrès international des Mathématiciens. Le précédent avait eu lieu à Oslo en 1936. Ces assises du savoir mathématique se renouvelant avec une périodicité de quatre années, en vertu d'une règle établie pour les temps normaux, les États-Unis réalisaient, après une suspension de dix ans, l'attribution reçue pour 1940.

Un Comité américain avait assumé la charge de préparer, d'organiser et de diriger le Congrès. Plus de trente pays avaient envoyé des délégués mandatés. La Section de Géométrie, à l'exception de M. Élie Cartan, encore souffrant, et M. Chazy représentaient l'Académie. M. Borel et M. Montel renoncèrent à traverser l'Atlantique. L'affluence des Congressistes atteignit des proportions antérieurement inconnues. Environ 1400 participants effectifs élevaient, avec des membres de leur famille, à 2300 le nombre des personnes dont l'hébergement dans les locaux de la vieille Université posait des problèmes d'intendance difficiles, mais brillamment résolus. Les mathématiciens étrangers aux États-Unis étaient au nombre d'environ 300, dont une cinquantaine de Canadiens et une vingtaine de Français.

L'activité du Congrès était partagée en quatre divisions, désignées sous le nom de *Conférences*, à savoir : l'Algèbre, l'Analyse, les Mathématiques appliquées, la Topologie. A ces *Conférences* se rattachaient sept sections :

algèbre et théorie des nombres, analyse, géométrie et topologie; probabilité et statistique, etc.; physique mathématique et mathématiques appliquées; logique et philosophie; histoire et éducation. Notre illustre et vénéré doyen, M. Hadamard, s'était vu décerner la présidence d'honneur du Congrès, où l'accompagnaient deux autres chevronnés de la science, votre associé belge M. de la Vallée Poussin et votre correspondant italien M. Castelnuovo. Sur un plan plus modeste, la présidence d'honneur de la Conférence d'Analyse avait été attribuée à votre serviteur.

Il intéressera sans doute l'Académie de connaître l'importance de la participation française au Congrès.

A la cérémonie inaugurale, où M. Hadamard fut l'objet d'une vibrante ovation, il fut procédé à la proclamation des deux lauréats de la *Médaille Fields*, qui récompense les progrès les plus remarquables accomplis en mathématiques depuis le précédent Congrès. Avec le norvégien Selberg, théoricien des nombres, c'est notre jeune compatriote M. Laurent Schwartz qui fut distingué pour ses travaux sur les fonctions de distribution.

Sous le nom américain d'*addresses*, 21 exposés généraux destinés à des séances semi-plénières (parce que, faute de temps, le Congrès devait généralement se partager en deux auditoires simultanés) avaient été demandés par le Comité d'Organisation aux mathématiciens les plus qualifiés. Trois Français, MM. Henri Cartan, Laurent Schwartz et André Weil, ce dernier professeur à l'Université de Chicago, ont reçu cette invitation.

De leur côté, les Comités des *Conférences* dressèrent des programmes de séances, groupant plusieurs mises au point ou rapports relatifs à des sujets déterminés et assez vastes. 49 de ces présentations, généralement limitées à une demi-heure chacune, eurent lieu. Cinq d'entre elles furent demandées à des Français, MM. Leray, Lichnerovicz, Dieudonné, Godement et Ehresmann.

Enfin, 23 congressistes, dont nos compatriotes MM. Paul Lévy et Mandelbrojt, furent invités par les Présidents des sections à traiter des questions de leur choix dans la même borne de temps d'environ une demi-heure.

Les autres communications (je crois en avoir compté 416, sans garantir l'exactitude de mes chiffres) étaient réservées aux sections et réduites à une durée de 10 minutes. Les Français en ont donné 14; chacun de nous s'est fait entendre au moins une fois.

L'activité scientifique de ce Congrès, si on la mesure au nombre des sujets traités, a été visiblement d'une ampleur exceptionnelle. Tous les aspects modernes des mathématiques y ont été largement étudiés. Il convient de rendre hommage au mérite de ceux qui ont eu la responsabilité de ce succès, à l'état-major dont les chefs furent MM. Veblen, Garrett Birkhoff et le Président élu du Congrès, M. Marston Morse.

Un sentiment général de cordialité ne cessa de régner au cours du Congrès. Des rencontres paraissant impossibles il y a encore deux ans, furent

facilement admises. Le temps fait son œuvre. Maints griefs se prescrivent. Cependant nul représentant des pays de l'Europe orientale ne s'est rendu au Congrès. Cela est d'autant plus fâcheux qu'une part considérable des mathématiques actuelles s'est faite et ne cesse de s'élaborer dans ces pays.

Il est seulement venu de Moscou un message apportant les souhaits aimables de réussite pour le Congrès, avec les regrets des mathématiciens soviétiques de se trouver présentement trop occupés à leurs travaux pour pouvoir s'absenter de leur patrie.

Nous avons constaté avec tristesse le déclin marqué par la connaissance de notre langue à l'étranger. Pour des raisons tenant surtout au lieu choisi pour siège du Congrès, l'anglais était la langue maternelle ou nationale usuelle des neuf dixièmes des Congressistes. Mais quand ces derniers disposaient d'une seconde langue, celle-ci était rarement le français, et souvent l'espagnol, l'allemand. Pour ne pas perdre ou pour accroître l'effet de leurs paroles, certains connaissant l'anglais, lui ont sacrifié notre langue, même si elle était celle de leur patrie. En revanche divers européens, et particulièrement le célèbre finlandais Nevanlinna, dans une importante conférence, ont usé du français. Les principales raisons de l'effacement du français au Congrès d'Harvard ne subsisteront plus en 1954, au Congrès d'Amsterdam.

Ceci n'est pas moins grave ! Un Comité chargé de préparer l'Union mathématique internationale a décidé que les statuts de celle-ci seraient rédigés en anglais, à l'exclusion du français. Nous ne sommes pas seuls intéressés dans la question. Jusqu'à certains événements politiques récents, les mathématiciens polonais, tchécoslovaques, hongrois, bulgares, roumains, même russes, quand ils n'écrivaient pas dans leur langue, usaient souvent de la nôtre. Nous possédons peut-être encore là une position privilégiée que nous n'avons aucune raison d'abandonner sans la défendre. Cauchy, Darboux, Jordan, Poincaré, Picard, Hadamard, Painlevé, Cartan, Borel, Baire, Lebesgue, pour nous en tenir aux travaux du XIX[e] siècle, ont imposé leurs découvertes aux mathématiciens de tous les pays, sans que l'Union internationale existât et les aidât. Si nous et nos jeunes successeurs maintenons à son niveau antérieur l'originalité inventive de notre École française, nous n'aurons pas plus que nos aînés besoin de l'existence de cette Union. Nous n'avons à payer sa naissance d'aucune abdication. La rédaction des statuts de l'U. N. E. S. C. O. utilise concurremment le français et l'anglais. Notre langue a même été préférée pour fixer le règlement général des Unions scientifiques internationales relevant de cette même institution. Pourquoi l'effacement du français se produirait-il particulièrement à propos de l'Union mathématique? Nous n'en saisissons pas de raisons suffisantes.

GÉOMÉTRIE DES ENSEMBLES. — *Le véritable théorème de Vitali.* Note de M. ARNAUD DENJOY.

Dans le théorème originel classique de Vitali, énoncé pour l'espace cartésien r-idimensionnel U_r, la conclusion fait simplement état de l'existence dans U_r de la mesure euclidienne borélienne, d'ordre r. Or les hypothèses invoquent en outre une seconde nature métrique de U_r, à savoir la propriété d'être distancié (et selon des modes très particuliers). Cette proposition complique un *véritable* théorème de Vitali échappant à cette critique, englobant le théorème originel, et vérifié dans des espaces très généraux.

Le théorème originellement énoncé par Vitali pour les ensembles plans, et qui se transpose immédiatement aux espaces cartésiens U_r d'un nombre quelconque r de dimensions, s'exprime ainsi, concernant l'espace U_3 :

THÉORÈME ORIGINEL DE VITALI. — *Données* : Dans U_3, E est un ensemble de volume euclidien et borélien déterminé et positif. Tout point M de E est inclus dans des ensembles ouverts ω, dont chacun contient un ensemble fermé défini $\gamma = \gamma(\omega)$.

HYPOTHÈSES. — 1° Le *volume* $V(\gamma)$ surpasse une fraction fixe $hV(\omega)$ du *volume* $V(\omega)$, si $\gamma = \gamma(\omega)$, $h(0 < h < 1)$ étant indépendant de M et de ω.

2° Les ω contenant M ont pour plus petite limite de leur *dimension* le nombre zéro;

3° Les ω relatifs à un point M de E sont des *parallélépipèdes rectangles* ayant pour centre M et dont les *côtés* ont leurs *rapports mutuels* compris entre deux nombres positifs k et $1/k$, indépendants de M et de ω.

CONCLUSIONS. — Il existe dans la collection G des γ une famille dénombrable d'ensembles *disjoints* $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_n, \ldots$ tels que, si Γ est leur réunion :

1° $E - E.\Gamma$ (ensemble des points de E étrangers à Γ) a le *volume* zéro;

2° $\Gamma - E.\Gamma$ a un *volume* inférieur à une quantité positive indépendante ε, préalablement donnée.

Cette proposition a joué un rôle considérable dans la théorie des fonctions de variables réelles, et son intérêt ne cesse pas de se manifester chaque jour davantage.

Mais, tel que Vitali et ses successeurs l'ont présenté, ce théorème a résisté à toutes les tentatives de le généraliser. Même pour l'espace cartésien $U_r (r \geq 2)$, si l'on y remplace la mesure euclidienne d'ordre r d'un ensemble borélien E par une fonction d'ensemble $\varphi(E)$ non négative, complètement additive, par exemple bornée avec E, on se heurte à la difficulté de trouver des ensembles ouverts ω doués de propriétés rappelant celles des parallélépipèdes rectangles de U_3 caractérisés plus haut.

Le théorème originel de Vitali pour U_3 offre cette singularité frappante que, *les conclusions mettant uniquement en œuvre la notion du volume des ensembles, les hypothèses*, allant à contresens des conclusions, *ajoutent à la notion de volume celle de distance.*

J'appelle *véritable* théorème de Vitali, un énoncé où *l'espace* U *n'est pas astreint par les hypothèses à présenter une double nature métrique*, à savoir d'admettre d'abord, *comme l'exige la conclusion*, l'existence d'une fonction d'ensemble borélienne non négative $\varphi(E)$, et, *de surcroît, la propriété d'être distancié.* Voici une proposition de cette sorte.

UN VÉRITABLE THÉORÈME DE VITALI. — *Données* : Dans l'espace U *deux familles d'ensembles chacun à chacun associés*, à savoir : une famille G d'ensembles *fermés* $\gamma = \gamma(\omega)$, une famille P d'ensembles *ouverts* $\omega = \omega(\gamma)$; $\omega(\gamma)$ contient γ.

On considère l'ensemble H des points M de U *indéfiniment couverts par les ensembles* ω *de* P et RELATIVEMENT A LA MÉTRIQUE-φ.

Cette condition signifie qu'il existe dans P une suite d'ensembles ω_1, ω_2, ..., ω_n, ..., contenant tous M et *tels que* $\varphi(\omega_n)$ *tende vers zéro.*

La propriété de M n'exclut nullement le cas où, dans l'espace U_3 par exemple, l'ensemble d'accumulation des ω_n serait identique à U_3. Un ensemble ω peut être comme un poulpe ramifié en des tentacules illimitées en nombre et en dimension. Il n'y a là rien d'incompatible avec les conditions $\varphi(\omega) < \infty$, $\lim \varphi(\omega_n) = 0$, même si φ est le volume euclidien.

Il s'agit d'ensembles ω_n *infiniment petits du point de vue purement métrique-*φ, *et non pas d'un point de vue topologique distancié.*

HYPOTHÈSES. — 1° Il existe *deux nombres positifs a et b* ($1 < a < b$) *indépendants de* γ *dans* G et tels que *la réunion* $\Omega(\gamma)$ *des* γ' *vérifiant :* $\varphi(\gamma') < a\varphi(\gamma)$ *et* $\omega(\gamma')$ *joint à* $\gamma[\omega(\gamma').\gamma \neq \emptyset]$ *satisfait à* $\varphi[\Omega(\gamma)] < b\varphi(\gamma)$.

Comme γ est évidemment l'un des γ', $\omega(\gamma) \subset \Omega(\gamma)$ et *par conséquent* $\varphi[\omega(\gamma)] < b\varphi(\gamma)$ [le rapport de la mesure de γ à celle de $\omega(\gamma)$ est borné inférieurement].

2° *Quel que soit* γ *dans* G, *l'ensemble des points étrangers à* γ *et indéfiniment couverts* (relativement à la métrique-φ) *par les* $\omega(\gamma')$ *joints à* γ *a la mesure-*φ *nulle.*

Soit $\rho = \rho(\gamma)$ cet ensemble : $\varphi(\rho) = 0$.

Quand M est étranger à $\rho + \gamma$, il existe un α positif (dépendant de M) tel que, si γ' vérifie les conditions : $M \in \omega(\gamma')$, $\varphi(\gamma') < \alpha$, il s'ensuit que $\omega(\gamma')$ est disjoint de γ. Les γ' existent en infinité, avec $\varphi(\gamma')$ tendant vers zéro, si M est en outre dans H, donc si M est dans l'ensemble $H(\gamma) = H - H.(\gamma + \rho)$. Soit $P(\gamma)$ la famille des $\omega(\gamma'')$ de P disjoints de γ, $G(\gamma)$ la famille des γ'' correspondants. $P(\gamma)$ couvre indéfiniment $H(\gamma)$ (relativement à la métrique-φ).

3° Tous les γ de la famille G sont contenus dans un ensemble ouvert D de mesure $\varphi(D)$ finie.

Les hypothèses du théorème originel de Vitali entraînent l'accomplissement des deux premières conditions précédentes quel que soit H [$\rho(\gamma)$ n'existe pas], et aussi celui de la troisième, avec $D \supset H$, $V(D) < V(H) + \varepsilon$, si $V(H)$ est fini. Si $V(H) = \infty$, on divise H en une infinité dénombrable de parties bornées.

CONCLUSION. — *L'ensemble* H, *abstraction faite éventuellement d'un ensemble de mesure-*φ *nulle, est couvert par une collection dénombrable d'ensembles fermés disjoints* γ_i *pris dans la famille* G.

La démonstration se fait immédiatement en suivant la voie indiquée par Banach.

Les γ de G étant dans D, et d'après $\varphi(D) < \infty$, les $\varphi(\gamma)$ ont un maximum fini μ_1. Dans G soit γ_1 vérifiant $\varphi(\gamma_1) > \mu_1/a$. Si $\varphi(H.\gamma_1) = \varphi(H)$, le théorème est vérifié. Supposons $\varphi(H.\gamma_1) < \varphi(H)$. Notons $\rho_1 = \rho(\gamma_1)$; $H_1 = H(\gamma_1) = H - H.(\gamma_1 + \rho_1)$, qui, d'après $o = \varphi(\rho_1) = \varphi(H.\rho_1)$, vérifie $o < \varphi(H_1) \leqq \varphi(H)$; $G_1 = G(\gamma_1)$; $P_1 = P(\gamma_1)$, famille des $\omega(\gamma)$ disjoints de γ_1, G_1 étant formé des γ correspondants. P_1 couvre indéfiniment H_1 (relativement à la métrique-φ). Évidemment, si γ est dans G_1, γ est disjoint de γ_1, puisque $\omega(\gamma)$ l'est lui-même.

Avec les familles G_1, P_1 et l'ensemble H_1 on procède comme on l'a fait avec G, P, H. On définit ainsi une suite d'ensembles de G, disjoints, $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_n, \ldots$, suite finie si pour une valeur de n, $\varphi[H.(\gamma_1 + \ldots + \gamma_n)] = \varphi(H)$. Supposons la suite indéfinie. Posons, quel que soit n: $\rho_n = \rho(\gamma_n)$; $\Gamma_n = \gamma_1 + \ldots + \gamma_n$; $\Pi_n = \rho_1 + \ldots + \rho_n$, $H_{n+1} = H - H.\Gamma_n - H.\Pi_n = H_n - H_n.(\gamma_n + \rho_n)$. Soit G_{n+1} la famille G_n diminuée des γ tels que $\omega(\gamma)$ soit joint à γ_n; G_{n+1} est la famille G diminuée des γ tels que $\omega(\gamma)$ soit joint à Γ_n. Si P_{n+1} est la famille des $\omega(\gamma)$ correspondant aux γ de G_{n+1}, P_{n+1} couvre indéfiniment H_{n+1} (relativement à la métrique-φ). Tout γ de G_{n+1} est disjoint de Γ_n. Dans G_{n+1}, γ_{n+1} est tel que, pour tout γ de G_{n+1}, $\varphi(\gamma) < a\varphi(\gamma_{n+1})$.

Posons $\Gamma = \Sigma\gamma_n$, $\Pi = \Sigma\rho_n$; d'après $\varphi(\Gamma) = \Sigma\,\varphi(\gamma_n) \leqq \varphi(D)$, la série $\Sigma\,\varphi(\gamma_n)$ converge; *a fortiori*, $\varphi(\gamma_n)$ tend vers zéro. D'autre part $\varphi(\Pi) = o$. Posons $R = H - H.\Gamma$. La conclusion du théorème de Vitali est $\varphi(R) = o$.

Posons $R' = H - H.(\Gamma + \Pi)$. De $\varphi(H.\Pi) = o$ résulte $\varphi(R') = \varphi(R)$. Soit M un point de R'; M étant dans H, il y a une suite infinie de γ tels que $M \varepsilon \omega(\gamma)$ et $\varphi(\gamma)$ tende vers zéro; M étant dans R' est étranger à $(\gamma_i + \rho_i)$ quel que soit i; α_i positif existe (dépendant de M) tel que, si $M \varepsilon \omega(\gamma)$ et $\varphi(\gamma) < \alpha_i$, $\omega(\gamma)$ est disjoint de γ_i; η étant positif indépendant, N existe tel que $\sum_{n>N} \varphi(\gamma_n) < \eta$. Soient α le plus petit des α_i pour $i \leqq N$, et γ vérifiant $M \varepsilon \omega(\gamma)$ et $\varphi(\gamma) < \alpha$; γ est dans G_{N+1}; $\varphi(\gamma_n)$ tendant vers zéro, soit m tel que $a\varphi(\gamma_{m+1}) < \varphi(\gamma)$; γ n'est pas dans G_{m+1}. Donc $m \geqq N$ et, les G_n décroissant contrairement à n, il y a un i vérifiant $N \leqq i \leqq m$ tel que γ est dans G_i sans être dans G_{i+1}; $\omega(\gamma)$ est joint à γ_i (éventuellement $\gamma = \gamma_i$); $\omega(\gamma)$ est dans $\Omega(\gamma_i)$, donc dans $\Omega_N = \sum_{n>N} \Omega(\gamma_n)$; *a fortiori*, M est dans Ω_N; R' est dans Ω_N. Or, $\varphi(\Omega_N) \leqq \sum_{n>N} \varphi[\Omega(\gamma_n)] < b \sum_{n>N} \varphi(\gamma_n) < b\eta$; $\varphi(R') < b\eta$, quel que soit $\eta > o$; $\varphi(R') = o$, $\varphi(R) = o$ [1].

Observons que, d'après $\Gamma \subset D$, *les points étrangers à* D *et indéfiniment couverts* (relativement à la métrique-φ) *par la famille* $P = \Sigma\omega(\gamma)$ *forment un ensemble de mesure-*φ *nulle.*

---

(1) Je viens d'exposer pour la première fois cette théorie le 13 septembre 1950 à l'Université John Hopkins de Baltimore, dans le cycle des conférences Malaxa.

IMMUNOLOGIE. — *De l'action stimulante de diverses suspensions bactériennes formolées (anavaccins), sur l'immunité conférée par l'anatoxine tétanique. Étude expérimentale.* Note de MM. **Gaston Ramon**, **Rémy Richou**, **Jean-Pierre Thiéry**, **Claude Gerbeaux** et **Jean Leplatre**.

Dans de précédentes recherches (¹) nous avons montré que les suspensions formolées de *B. Abortus*, ajoutées à l'anatoxine tétanique, provoquent par rapport à l'anatoxine injectée seule, une augmentation plus ou moins importante, parfois considérable, de l'immunité antitétanique appréciée par la teneur en antitoxine spécifique du sérum des lapins traités de cette façon.

Au cours de nouveaux essais, nous avons recherché si d'autres germes, en particulier les *Salmonella*, le *Bacillus subtilis* et la *bactéridie charbonneuse* étaient capables de jouer eux aussi, le rôle de substances adjuvantes et stimulantes de l'immunité.

Notre expérimentation a porté sur 35 lapins répartis en sept séries de chacune 5 lapins. Tous reçoivent une injection sous-cutanée de 1/6 de centimètre cube d'une anatoxine tétanique purifiée au moyen de l'acide trichloracétique et titrant 400 unités antigènes par centimètre cube, seule ou additionnée de diverses suspensions microbiennes, selon le protocole suivant :

Première série. — Anatoxine tétanique seule :

1/6 de centimètre cube d'anatoxine + 1^{cm^3},5 d'eau physiologique.

Deuxième série. — Anatoxine tétanique + suspension de B. Abortus :

1/6 de centimètre cube d'anatoxine + 1^{cm^3} de suspension de *B. Abortus*.

Troisième série. — Anatoxine tétanique + suspension de B. Abortus :

1/6 de centimètre cube d'anatoxine + 2^{cm^3} de suspension de *B. Abortus*.

Quatrième série. — Anatoxine tétanique + suspension de B. Abortus :

1/6 de centimètre cube d'anatoxine + 3^{cm^3} de suspension de *B. Abortus*.

La suspension de *B. Abortus*, utilisée pour les séries 2, 3 et 4 était préparée à partir d'une culture de 48 heures de *B. Abortus* sur gélose (3^{cm^3} d'eau physiologique par tube de gélose inclinée), additionnée de 2 ‰ de formol et laissée à l'étuve à 37° pendant 4 jours.

Cinquième série. — Anatoxine tétanique + suspension de Salmonella :

1/6 de centimètre cube d'anatoxine + 1^{cm^3}, 5 de suspension de *Salmonella*.

La suspension de *Salmonella* utilisée était le mélange de quatre suspensions préparées séparément, de la même façon que la suspension de *B. Abortus*, à partir de cultures de 24 heures sur gélose de *S. Gallinarum*, *S. Pullorum*, *S. Typhimurium* et *S. Gärtner* : elles avaient été additionnées de 1,5 à 2,5 ‰ de formol et avaient séjourné à l'étuve à 37° pendant deux à quatre jours.

Sixième série. — Anatoxine tétanique + suspension de B. Subtilis :

1/6 de centimètre cube d'anatoxine + 1^{cm^3},5 de suspension de *B. Subtilis*.

La suspension de *B. subtilis* avait été préparée comme les suspensions de *B. Abortus* et de *Salmonella*.

(¹) G. Ramon, R. Richou, J. P. Thiery et C. Gerbeaux, *Revue d'Immunologie*, 1949, 13, p. 301 ; Consulter également, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1678; 229, 1949, p. 278.

Septième série. — Anatoxine tétanique + suspension de Bactéridies charbonneuses : 1/6 de centimètre cube d'anatoxine + 1$^{cm^3}$,5 de suspension de bactéridies charbonneuses. Une culture en bouillon-sérum de bactéridies charbonneuses (48 heures à l'étuve à 43°) était additionnée de 3 °/₀₀ de formol et placée pendant quatre jours à l'étuve à 43°.

Presque tous les lapins, sauf ceux de la première série, présentèrent des nodules de la grosseur d'une lentille ou d'une cerise qui se résorbèrent lentement.

Une prise de sang fut effectuée, chez tous les lapins, 16 jours après l'injection d'antigène. Les sérums de chacune des séries de lapins furent réunis et le dosage de l'antitoxine spécifique fut pratiqué, à partir de chaque mélange, selon la technique courante. Les agglutinines spécifiques furent recherchées dans les sérums des lapins ayant reçu les suspensions de *B. Abortus* et de *Salmonella*.

Les résultats de ces dosages sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Antigène injecté.	Antitoxine tétanique (en unités internationales).	Taux des agglutinines.	
1. Anatoxine tétanique seule	+1/3 — 1	anti-*abortus*	0
		» *salmonella*	0
2. Anatoxine+suspension *B. abortus* (1$^{cm^3}$)	3	» *abortus*	1/500
3. » » *B. abortus* (2$^{cm^3}$)	+3 — 10		1/1000
4. » » *B. abortus* (3$^{cm^3}$)	10		1/2500
5. » » *Salmonella*	+3 — 10	» *S. gallinarum*	1/500
		» *S. pullorum*	1/333
		» *S. thyphimurium*	1/500
		» *S. Gärtner*	1/333
6. » » *B. subtilis*	3	—	
7. » » *bactéridies charbonneuses*	+1 — 3	—	

A la lecture de ce tableau on constate que les suspensions bactériennes formolées, préparées à partir de microbes pathogènes (*Brucella*, *Salmonella*, bactéridies) ou saprophytes (*B. subtilis*), lorsqu'elles sont ajoutées à l'anatoxine tétanique, entraînent une augmentation plus ou moins grande de l'immunité que celle-ci est capable de conférer lorsqu'elle est injectée isolément.

Dans cette augmentation interviennent uniquement les phénomènes d'inflammation locale provoqués, à l'endroit d'injection du mélange d'anatoxine et de suspensions bactériennes formolées, par les corps microbiens car, et il faut insister sur ce point, ceux-ci ne fixent ni n'adsorbent l'anatoxine ([2]) contrairement à diverses substances telles que l'hydroxyde d'aluminium, l'alun, etc. Comme cela a été établi jadis par l'un de nous ([3]), les phénomènes inflamma-

([2]) *Voir* par exemple P. Mercier et L. Nicol. *C. R. Soc. Biol.*, **130**, 1939, p. 710.

([3]) G. Ramon, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 157; *Bull. Soc. Centr. Méd. Vét.*, **101**, 1925, p. 227 et 348 ; G. Ramon et Ch. Zoeller, *Ann. Inst. Pasteur*, **41**, 1927, p. 803.

toires locaux dus aux corps microbiens injectés en mélange avec l'anatoxine, tout en retenant partiellement celle-ci sur place, lui font subir des modifications plus ou moins profondes, l'organisme pouvant de cette façon, utiliser au mieux cet antigène pour l'établissement et le développement de l'immunité.

Ainsi est démontré, une fois de plus, le rôle de facteur adjuvant et stimulant de l'immunité antitoxique que peuvent jouer certains germes microbiens ([4]) (sous forme d'anavaccins) selon la méthode des *vaccins associés* mise en évidence il y a longtemps déjà ([5]) et depuis universellement employée, avec succès, dans la prévention des maladies infectieuses, chez l'Homme et chez les animaux domestiques ([6]).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Paléontologie marocaine. II. *Invertébrés de l'Ère primaire*, par Geneviève et Henri Termier. Fascicules 1, 2, 3, 4.

2° Maurice Daumas. *L'Élaboration du Traité de Chimie de Lavoisier.*

3° *Archivos Venezolanos de Nutricion.* Volume I, n° 1.

4° *Bulletin of the Tokyo Institute of Technology.* Series A, n°s 1, 2, Series B, n°s 1, 2.

5° *The science Reports of the Research Institutes Tohoku University*, Series A, Volume I, n°s 1, 2.

6° *Reports of the Casting Research Laboratory*, n° 1 (Waseda University, Tokyo).

([4]) Nous avons montré dernièrement (*Revue d'Immunologie*, 14, 1950, sous presse) que, par contre, d'autres germes, par exemple, les bacilles tuberculeux, sont incapables de jouer ce rôle du fait vraisemblablement de la qualité spéciale de l'inflammation locale qu'ils déterminent et de la nature des éléments inflammatoires, cellulaires ou autres, entrant en jeu, différents de ceux intervenant lors de l'emploi, par exemple, de l'anavaccin préparé par exemple à partir de *B. Abortus*.

([5]) G. Ramon et Ch. Zoeller, *C. R. Soc. Biol.*, 94, 1926, p. 106.

([6]) *Voir* pour plus de détails G. Ramon, *Le principe des anatoxines et ses applications*, Paris, 1950, Masson et Cie, éditeur.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Quelques modèles statistiques utiles pour l'étude du bruit de fond.* Note (*) de M. **André Blanc-Lapierre**, présentée par M. Louis de Broglie.

Soient t_j des instants répartis suivant une distribution de Poisson. On donne un certain nombre de résultats relatifs à des fonctions aléatoires en général non stationnaires construites à partir des t_j. Ces fonctions aléatoires interviennent dans l'étude du bruit de fond.

Les t_j sont des instants aléatoires répartis suivant une distribution de Poisson de densité $\rho(t)$.

1. Soit $R(t)$ une fonction certaine (qui pourra représenter la réponse percussionnelle d'un amplificateur). Posons

$$x(t)=\sum_{(j)} R(t-t_j), \tag{1}$$

$$X(t)=x(t)-E\{x(t)\} \tag{2}$$

(E désigne l'espérance mathématique).

Pour l'effet de grenaille, x est la réponse de l'amplificateur à une suite de chocs égaux agissant aux instants t_j(1).

Théorème I (2). — *Le spectre de la moyenne temporelle de la puissance* $E\{|X|\}$ (3) *est le même que si la distribution de Poisson avait une densité uniforme égale à la moyenne temporelle* ρ_t *de* $\rho(t)$.

$x(t)$ est donc la somme de la réponse de l'amplificateur au signal certain $\rho(t)$ et d'une composante aléatoire X qui a le même spectre de puissance que s'il s'agissait d'un effet de grenaille uniforme de densité ρ_t. Ce résultat est important dans l'étude du bruit dans les changeurs de fréquence (4). Je l'avais déjà utilisé dans le cas particulier de l'amplification d'un courant photoélectrique dû à un flux lumineux modulé (5).

2. Soit A une variable aléatoire prenant les valeurs $+1$ et -1 avec équiprobabilité. A une distribution t_j et à une valeur de A, j'associe la fonction aléatoire $Z(t)$ de module 1 égale à A pour $t=-0$ et changeant de signe à

(*) Séance du 11 septembre 1950.

(1) *Voir*, par exemple : A. Blanc-Lapierre, *Thèse de Doctorat ès Sciences mathématiques*, Paris, 1945.

(2) Ce résultat vaut sous certaines conditions (toujours remplies en pratique) de régularité pour R et ρ et de décroissance à l'infini pour R.

(3) Blanc-Lapierre, *Le calcul des Probabilités et ses applications* (*Colloque du Centre national de la Recherche Scientifique*, Lyon, Juin-Juillet, 1948).

(4) C'est à la suite d'une intéressante conversation sur ce problème avec M. Kobilsky, professeur à l'Institut Radiotechnique de Buenos-Ayres, que j'ai eu l'idée d'établir ce théorème.

(5) A. Blanc-Lapierre, *Thèse de Doctorat ès Sciences physiques*, Paris 1944.

chaque instant t_j

(3) $$Z(t_j - 0) = Z(t_j) = - Z(t_j + 0).$$

Soient θ_1 et θ_2 deux instants quelconques [appelons respectivement θ' et θ'' le premier et le dernier de ces instants dans l'ordre chronologique]. Soient Z_1 et Z_2 les valeurs $Z(\theta_1)$ et $Z(\theta_2)$. Posons

(4) $$\alpha(\theta_1, \theta_2) = \int_{\theta'}^{\theta''} \rho(\theta)\, d\theta.$$

THÉORÈME II. — *La fonction caractéristique relative à l'ensemble* $Z_1 Z_2$ *est*

$$\Phi(u_1, u_2) + e^{-\alpha}\{\operatorname{ch}\alpha \cos(u_1 + u_2) + \operatorname{sh}\alpha \cos(u_1 - u_2)\}\ (^6).$$

La covariance de $Z(t)$ *est*

(6) $$\Gamma(t_1, t_2) = \mathrm{E}\{Z(t_1) Z(t_1 - \tau)\} = e^{-2\alpha}.$$

Voici quelques résultats simples relatifs au *spectre :*

a. Si $\rho(t)$ *est une constante* ρ_0, la fonction de corrélation C et la densité $f(\nu)$ dans le spectre, sont

(7) $$c(\tau) = e^{-2\rho_0|\tau|} \qquad \text{et} \qquad f(\nu) = \frac{1}{\rho_0}\,\frac{1}{1 + \dfrac{\pi^2\nu^2}{\rho_0^2}}.$$

b. Si $\rho(t)$ *n'est pas constant,* il faut considérer le spectre de la moyenne temporelle de la puissanee $\mathrm{E}\{Z^2\}$. On doit prendre pour fonction de corrélation la moyenne C_1 de Γ par rapport à t_1, τ étant constant.

THÉORÈME III. — *Si* $\rho(t)$ *est donné par*

(8) $$\rho(t) = \rho_0 + \rho_1 \cos\omega_0 t \qquad (\omega_0 = 2\pi\nu_0),$$

où ρ_0, ρ_1, ω_0 *sont des constantes positives* ($\rho_1 \leqq \rho_0$), *on a*

(9) $$c_1(\tau) = e^{-2\rho_0|\tau|}\, \mathrm{I}_0\left\{\frac{4\rho_1}{\omega_0}\sin\frac{\omega_0\tau}{2}\right\}$$

(I_0 désigne la fonction de Bessel modifiée d'indice zéro)

(10) $$f(\nu) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{\mathrm{B}_k}{\rho_0}\,\frac{1}{1 + \dfrac{\pi^2(\nu - \mathrm{K}\nu_0)^2}{\rho_0^2}},$$

avec

(11) $$\mathrm{B}_k = \sum_{r=|k|}^{\infty} (-1)^{|k|}\left(\frac{\rho_1}{\omega}\right)^{2r} \frac{(2r)!}{r!\,r!}\,\frac{1}{(r-|k|)!\,(r+|k|)!},$$

où K *et* r *sont des entiers.*

---

(6) $Z(t)$ peut, dans une certaine mesure, servir de modèle pour l'étude approximative de certains effets de scintillation.

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *Démonstration géométrique des équations tensorielles du photon; complexité de la particule de spin égal à* 1. Note (*) de M. **Georges Bodiou**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous montrons qu'en choisissant, pour définir la symétrie sur un spineur, l'une des conventions possibles $\xi' = iAK\xi$, dans la représentation de M. E. Cartan (1), et la correspondante $\psi' = -A\psi$ dans la représentation Dirac-Neumann-de Broglie, les équations de Dirac expriment l'invariance du spineur d'onde ψ dans la symétrie par rapport à l'hyperplan perpendiculaire au vecteur unitaire P/imc; elles s'écrivent $-(P/imc)\psi = \psi$.

Les tenseurs de décomposition du produit de deux spineurs (1) satisfont aux relations suivantes :

Le trivecteur multiplié par $-\varphi_0$ (qui avec notre convention de symétrie est un 4-vecteur) est égal à celui qui est engendré par le vecteur et le supplémentaire du bivecteur.

$-(\text{vecteur})^2 = (\text{trivecteur})^2 = -\varphi_0^2 + \varphi_{1234}^2$; et $-(\text{bivecteur})^2 = \varphi_0^2 + \varphi_{1234}^2$ où φ_{1234} est le scalaire [et non un 4-vecteur comme dans (2)]

Si donc deux spineurs sont invariants dans une même symétrie : celle par rapport à l'hyperplan perpendiculaire au vecteur unitaire P/imc, les tenseurs de décomposition de leur produit satisfont aux conditions géométriques suivantes :

Le 4-vecteur φ_0, devant être à la fois invariant et changé de signe est nécessairement nul $\varphi_0 = 0 (NM4')$.

Le vecteur φ_μ, étant invariant, est dans l'hyperplan de symétrie, donc orthogonal au vecteur P, $p_\mu \varphi_\mu = 0 (M4)$.

Le trivecteur, étant invariant, son vecteur supplémentaire subit le changement de signe de toutes ses composantes, ce vecteur supplémentaire est donc perpendiculaire à l'hyperplan de symétrie, donc colinéaire au vecteur unitaire P/imc; $\varphi_{[\nu\rho\sigma]} = (k/imc)p_\mu$; k se déduit de la longueur du trivecteur $k = \varphi_{[1234]}$ d'où l'équation $p_\mu \varphi_{[\mu\nu\rho\sigma]} = imc\varphi_{[\nu\rho\sigma]} (NM1)$.

Le bivecteur $\varphi_{[\mu\nu]}$ de M. L. de Broglie n'est pas le bivecteur extrait du produit, mais son supplémentaire; il subit donc le changement de signes de toutes ses composantes; on en conclut que son biplan contient le vecteur P/imc. Par ailleurs, l'annulation de φ_0 et les relations démontrées entraînent que le trivecteur engendré par le vecteur φ_μ et le bivecteur $\varphi_{[\mu\nu]}$ est nul; le vecteur φ_μ appartient donc, lui aussi, au biplan du bivecteur $\varphi_{[\mu\nu]}$. Le biplan de $\varphi_{[\mu\nu]}$ est

---

(*) Séance du 11 septembre 1950.

(1) E. Cartan, *Leçons sur la théorie des spineurs*.

(2) L. de Broglie, *Particules à spin*, chap. VII.

donc engendré par les deux vecteurs P/imc et φ_μ et l'on a

$$k\varphi_{[\mu\nu]} = \frac{p_\mu}{imc}\varphi_\nu - \frac{p_\nu}{imc}\varphi_\mu.$$

Le carré du bivecteur du second membre est égal au produit des carrés des vecteurs orthogonaux P/imc et φ_μ qui l'engendrent; on en déduit $k = 1$, d'où

(M 2) $$p_\mu\varphi_\nu - p_\nu\varphi_\mu = imc\varphi_{[\mu\nu]}.$$

On déduit immédiatement de cette équation les suivantes :

(M 3) $$p_\mu \varphi_{[\nu\rho]} + p_\nu \varphi_{[\rho\mu]} + p_\rho \varphi_{[\mu\nu]} = 0$$

et

(M 1) $$\sum_\mu p_\mu \varphi_{[\mu\nu]} = imc\varphi_\nu.$$

Enfin la colinéarité du vecteur supplémentaire du trivecteur extrait du produit et du vecteur P/imc permet d'écrire que leur produit scalaire est égal à la longueur du premier, ce qui conduit à :

(NM 3) $$p_\mu \varphi_{[\nu\rho\sigma]} + p_\nu \varphi_{[\rho\sigma\mu]} + p_\rho \varphi_{[\sigma\mu\nu]} + p_\sigma \varphi_{[\mu\nu\rho]} = imc\varphi_{[\mu\nu\rho\sigma]}.$$

On reconnaît, dans les équations obtenues, le système des équations maxwelliennes (M), et non maxwelliennes (NM), de M. L. de Broglie ([2]) à l'ondulisation près : $p_\mu = (-h/2\pi i)(\partial/\partial q_\mu)$.

On voit aussi l'intérêt qu'il y a à préciser comment l'onde matricielle du photon $[\psi_{ik}]$ se rattache aux produits de spineurs, au moins à l'approximation géométrique. Par hypothèse ([2]) ψ_{ik} est un tenseur dont la loi de transformation est la même que si l'on avait : $\psi_{ik} = \psi_i\psi'_k$.

Le produit de deux spineurs se décomposant en cinq tenseurs irréductibles : scalaire, vecteur, bivecteur, trivecteur, 4-vecteur, liés par certaines relations, la matrice $[\psi_{ik}]$ équivaut à un ensemble analogue mais dont les éléments sont *a priori* indépendants; nous cherchons quelle condition il faut lui imposer pour qu'elle admette une décomposition tensorielle de la forme $\psi_{ik} = \psi_i\varphi_k + \psi'_i\varphi'_k$.

Une condition nécessaire et suffisante est que la matrice $[\Psi_{ik}]$ soit du deuxième rang; ceci équivaut à dire qu'il existe deux matrices du quatrième ordre, de carré égal à un

$$A = \left|\begin{array}{c|c} & \alpha \\ \hline \beta & \end{array}\right| \qquad \text{et} \qquad B = \left|\begin{array}{c|c} & \alpha' \\ \hline \beta' & \end{array}\right|$$

telles que $A[\Psi_{ik}] = [\Psi_{ik}]$ et $[\Psi_{ik}]\tilde{B} = [\Psi_{ik}]$, c'est-à-dire que $[\Psi_{ik}]$ satisfait à des équations du type de celles que M. L. de Broglie a imposées au photon. Les matrices, à quatre lignes et une colonne, $[\psi_i]$, $[\psi'_i]$, $[\varphi_k]$, $[\varphi'_k]$ doivent satisfaire aux conditions spinorielles du type de Dirac

$$A[\psi_i] = [\psi_i]; \qquad A[\psi'_i] = [\psi'_i]; \qquad B[\varphi_i] = [\varphi_i]; \qquad B[\varphi'_i] = [\varphi'_i].$$

Les équations du photon de M. L. de Broglie sont donc des conditions nécessaires et suffisantes, à l'approximation géométrique, pour que l'onde matricielle $[\Psi_{ik}]$ du photon se décompose en $\Psi_{ik} = \psi_i \varphi_k + \psi'_i \varphi'_k$, $[\psi_i]$ et $[\psi'_i]$ d'une part, $[\varphi_k]$ et $[\varphi'_k]$ d'autre part, étant des solutions d'une même équation de Dirac; les tenseurs maxwelliens et non maxwelliens sont alors des sommes de deux termes dont chacun satisfait aux équations géométriques démontrées plus haut, qui comprennent celles de l'électromagnétisme classique, leur somme y satisfait donc. Ces équations du photon sont, en ce sens, équivalentes à l'hypothèse que le photon est une particule complexe formée de deux corpuscules de Dirac, les grandeurs tensorielles étant liées à des transitions de chacun d'eux de l'un de ses états à un autre.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le calcul des courants induits dans une sphère pleine. Self propre et mutuelle inductance avec un solénoïde indéfini.* Note (*) de M. **Antoine Colombani**, présentée par M. Gustave Ribaud.

J'ai exposé dans de récentes publications [1] les résultats intéressants auxquels conduit l'étude des courants induits dans une pellicule métallique sphérique d'épaisseur e et de conductibilité γ placée dans un champ magnétique périodique et uniforme :

$$H = H_0 \cos\omega t.$$

Je donne brièvement ici ceux qui concernent le cas d'une sphère métallique pleine de rayon a.

Toujours en régime quasi stationnaire et dans le système de coordonnées sphériques r, θ, φ, considérons les équations déjà obtenues dans le cas de la pellicule. Les champs intérieurs sont :

$$H_{\theta_1} = -H_0 \sin\theta \left[\cos\omega t + \frac{1}{2}\cos\chi\cos(\omega t + \chi)\right] \quad \text{pour le champ magnétique tangentiel,}$$

$$h_{\varphi_1} = -\frac{H_0}{2}\omega a \sin\theta[\sin\omega t - \cos\chi\sin(\omega t + \chi)] \quad \text{pour le champ électrique,}$$

avec

$$\operatorname{tg}\chi = \frac{3\varepsilon^2}{2ae}, \qquad \varepsilon = (2\pi\mu\omega\gamma)^{-\frac{1}{2}}.$$

Il suffit évidemment, pour passer du cas précédemment étudié à celui de la sphère pleine pour une profondeur de pénétration très faible devant le rayon a, de poser $\operatorname{tg}\chi = 0$ en première approximation.

(*) Séance du 11 septembre 1950.

(1) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1149; 230, 1950, p. 2158-2160.

D'où

$$H_{\theta_1} = -\frac{3}{2} H_0 \sin\theta \quad \text{et} \quad h_{\varphi_1} = 0.$$

Le champ électrique total extérieur est

$$h_{\varphi_1} = -H_0 \frac{\omega r}{2} \sin\theta \left[\sin\omega t - \frac{a^3}{r^3} \cos\chi \sin(\omega t + \chi)\right].$$

Pour $\cos\chi = 1$ on en déduit donc que le champ électrique créé par les courants induits à travers le solénoïde est

$$h_{\varphi_i} = -H_0 \frac{\omega a^3}{2r^2} \sin\theta \sin\omega t.$$

La f. é. m. induite dans le solénoïde de rayon b portant n spires au centimètre est

$$e_s = 2\pi n b \int_{+\infty}^{-\infty} h_{\varphi_i}\, dz = 2\pi n j \omega a^3 H_0 = j 8\pi^2 n^2 \omega a^3 I_0, \qquad \text{avec} \quad H_0 = 4\pi n I_0.$$

Du fait de notre approximation e_s est purement imaginaire. On en déduit la variation de self du primaire : $L_1 = 8\pi^2 n^2 a^3$.

Mais il existe évidemment dans la f. é. m. induite une partie réelle correspondant à la puissance dissipée par courants de Foucault. On obtient celle-ci en calculant la valeur moyenne du flux du vecteur de Poynting sur la surface extérieure de la sphère

$$W = \iint \frac{1}{4\pi} H_\theta \wedge h_\varphi\, dS, \qquad \text{avec} \quad H_\theta = -\frac{3}{2} H_0 \sin\theta \quad \text{et} \quad h_\varphi = -\frac{3}{8\pi\gamma\varepsilon} H_0 \sin\theta.$$

On obtient h_φ en remarquant que pour une fréquence infinie la densité superficielle i_s et H_θ satisfont pour $r = a$ à la relation $4\pi i_s = H_\theta$. D'où

$$i_s = -\frac{3}{8\pi\gamma} H_0 \sin\theta.$$

Si l'on considère alors une fréquence *très élevée mais finie* on peut poser $i = i_s/\varepsilon$, i désignant une densité de courant uniforme dans la couche d'épaisseur ε. D'où $h_\varphi = i_s/\gamma\varepsilon$. Tous calculs faits, on trouve $W = 3a^2 H_0^2/16\pi\gamma\varepsilon$. D'où l'augmentation de résistance du primaire $R_1 = 6\pi a^2 n^2/\gamma\varepsilon$ et un facteur de surtension $s_1 = L_1\omega/R_1 = 2a/3\varepsilon$.

La connaissance de l'intensité totale induite qui est $I_i = \iint_\Sigma i\, d\Sigma = 3a H_0/4\pi$ (avec $d\Sigma = a\varepsilon\, d\theta$) et de W permet le calcul de la résistance propre de la couche sphérique occupée par le courant $1/2\, \mathcal{R} I_i^2 = W$. D'où $\mathcal{R} = 2\pi/3\gamma\varepsilon$. De même pour la self propre $\mathcal{L}\omega I_i^2 = e_s I_0$. D'où $\mathcal{L} = 8\pi^2 a/9$. On en déduit le coefficient $s = \mathcal{L}\omega/\mathcal{R} = 2a/3\varepsilon$ égal à celui du primaire. (Dans le cas de la sphère creuse, nous avons vu que l'égalité $s = s_1$ n'avait lieu que pour la valeur optima $e = 3\varepsilon^2/2a$).

Enfin, le coefficient d'induction mutuelle s'obtient par la relation

$$e_s = -j M \omega I_i,$$

ce qui donne $M = 8\pi^2 na^2/3$.

Dans le cas de la pellicule métallique sphérique, nous avons trouvé

$$M = \frac{8}{3}\pi^2 na^2 \left[1 + \frac{9\varepsilon^4}{4a^2e^2}\right]^{\frac{1}{2}}, \quad \text{soit} \quad \frac{8}{3}\sqrt{2}\pi^2 na^2 \quad \text{à l'optima.}$$

Remarque. — On peut aboutir à ces résultats en posant ω très grand dans les formules générales donnant les champs intérieurs et extérieurs à la sphère (²). Mais les calculs sont infiniment plus longs et ne présentent pas l'originalité et la simplicité de ceux qui se déduisent de nos équations sur la pellicule sphérique.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Courbe de Rossi pour les gerbes abondantes.* Note (*) de MM. **Guy Carmouze** et **Jean Daudin**, présentée par M. Frédéric Joliot.

I. Tandis que les gerbes nucléaires peuvent donner naissance à de nombreuses particules dans un seul noyau, les gerbes cascades se développent progressivement et Arley a montré que les gerbes à plus de 4 ou 5 trajectoires ne pouvaient apparaître que pour des épaisseurs de l'ordre de l'unité de radiation. Les gerbes abondantes sous écran mince observées parfois à la chambre de Wilson ont donc plus de chance d'être nucléaires que les gerbes ordinaires.

II. Mais le tracé de la courbe de Rossi pour des écrans minces est rendu obscur par les gerbes de l'air qui constituent un fond même sans écran.

Nous avons donc utilisé 6 compteurs (*fig.* 1) qui ne peuvent être actionnés ensemble par une gerbe issue de l'écran E que si elle compte au moins 4 ou 5 trajectoires. Les 6 compteurs étaient munis chacun d'une lampe amplificatrice et groupés par paires et l'on enregistrait les coïncidences triples entre les 3 paires de compteurs. Un banc de 14 compteurs à 2 mètres décelait les événements appartenant aux gerbes de l'air. Le nombre de compteurs n'est pas critique et pour un écran de 8^{mm} un banc de 6 compteurs au lieu de 14 indique le même nombre de gerbes de l'air à l'erreur statistique près (8 %). Le groupe était placé à l'air libre dans une petite tente suspendue à 2 mètres au-dessus de la terrasse de l'Observatoire du Pic du Midi (2860^{m}).

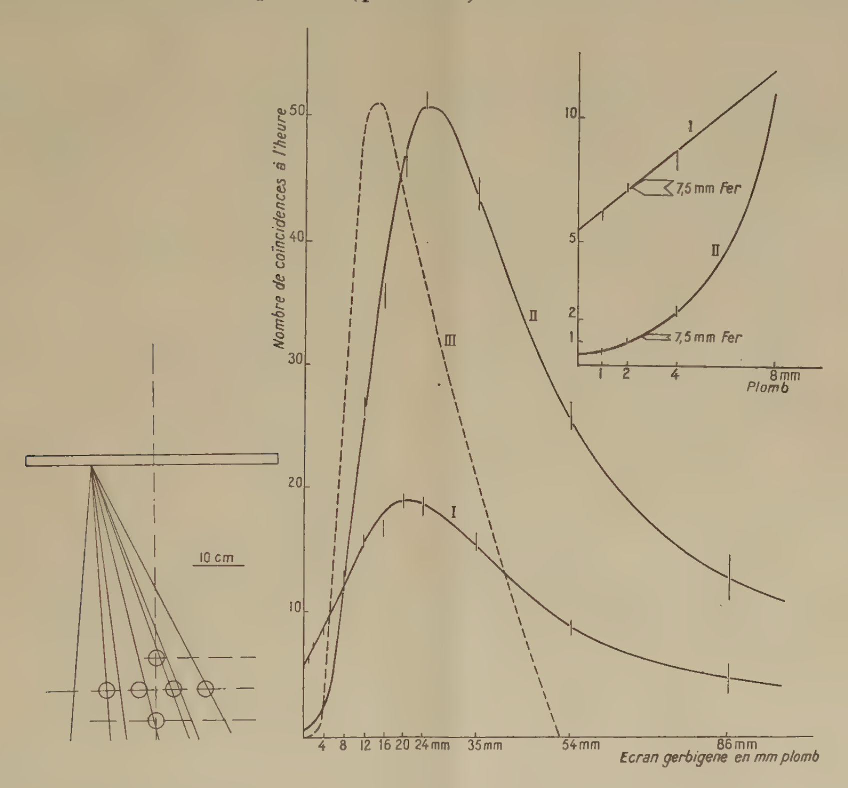
III. Sur la figure 2 et le tableau I on voit comment varient les coïncidences associées et non associées aux gerbes d'Auger.

(²) *Journal de Physique*, 11, 1950, p. 201.

(*) Séance du 3 juillet 1950.

a. Le fond sans écran dû aux gerbes de l'air est celui prévu par la loi de variation en densité $\Delta^{-\gamma}$ pour cinq compteurs indépendants.

b. Le fond dû aux gerbes de l'air n'est pas constant mais croît d'un facteur 4 entre 0 et 24^{mm} de plomb. La courbe de Rossi ordinaire est donc faussée par les gerbes de l'air non seulement parce qu'elle a une ordonnée à l'origine considérable, mais encore parce qu'elle est affectée d'une pente à l'origine contrairement à la théorie. Cette pente est due à l'augmentation de la densité moyenne des gerbes de l'air sous le plomb (photons).



c. La courbe de Rossi (II) sans les gerbes de l'air est plus belle. Le maximum est 100 fois plus élevé que le fond sans écran.

La courbe part avec une tangente horizontale. Le 1/10 de l'amplitude maximum est atteint pour un écran égal au 1/4 de celui qui donne le maximum comme dans la théorie d'Arley (courbe III).

Avec $7^{mm},5$ de fer on obtient des fréquences indiquées par des flèches. Cet écran équivaut à $2^{mm},2$ de plomb; le rapport est le même que celui des longueurs caractéristiques pour le fer et le plomb ($1^{cm},26$ et $0^{cm},358$). En effet l'ionisation est négligeable pour des écrans très minces.

Le désaccord entre les courbes II et III provient de ce que Arley a négligé la variation de la section efficace de matérialisation des photons avec l'énergie (Belenky Clementel Nordheim).

L'absorption après le maximum paraît semblable pour les courbes I et II et suggère que le rayonnement est de même nature dans les grandes gerbes et les gerbes isolées. Les courbes VI et VII tracées par Auger, Maze, Ehrenfest et Fréon (*Journal de Physique*, 10, 1939, p. 8) montrent que cette similitude pourrait s'altérer en écrans épais.

TABLEAU I.

Écran en millimètres de plomb...	0^{mm}.	1^{mm}.	2^{mm}.	7^{mm},5 Fer.	4^{mm}.	8^{mm}.	12^{mm}.
Gerbes associées aux gerbes de l'air	$1443/269^{h}5$	$1177/192^{h}$	$1143/159^{h}$	$673/94^{h}7$	$418/50^{h}5$	$880/70^{h}4$	$675/43^{h}2$
corrigées à 540 mm Hg.........	$5{,}4\pm0{,}15$	$6{,}1\pm0{,}2$	$7{,}2\pm0{,}2$	$7{,}1\pm0{,}3$	$8{,}3\pm0{,}4$	$12{,}5\pm0{,}4$	$15{,}6\pm0{,}7$

Écran en millimètres de plomb...	16^{mm}.	20^{mm}.	24^{mm}.	35^{mm}.	54^{mm}.	86^{mm}.
Gerbes associées aux gerbes de l'air	$554/33^{h}2$	$872/45^{h}9$	$582/31^{h}8$	$352/22^{h}4$	$186/20^{h}7$	$19/4^{h}1$
corrigées à 540 mm Hg.........	$16{,}4\pm0{,}7$	$19{,}0\pm0{,}6$	$18{,}4\pm0{,}8$	$15{,}8\pm0{,}9$	$9{,}0\pm0{,}6$	$4{,}6\pm1{,}2$

Écran en millimètres de plomb...	0^{mm}.	1^{mm}.	2^{mm}.	7^{mm},5 Fer.	4^{mm}.	8^{mm}.	12^{mm}.
Gerbes non associées aux gerbes de	$121/268^{h}$	$115/184^{h}4$	$231/226^{h}8$	$114/94^{h}7$	$109/49^{h}4$	$750/69^{h}4$	$1106/41^{h}6$
l'air sans correction bar........	$0{,}45\pm0{,}04$	$0{,}63\pm0{,}06$	$1{,}02\pm0{,}07$	$1{,}02\pm0{,}11$	$2{,}21\pm0{,}22$	$10{,}8\pm0{,}4$	$26{,}6\pm0{,}8$

Écran en millimètres de plomb...	16^{mm}.	20^{mm}.	24^{mm}.	35^{mm}.	54^{mm}.	86^{mm}.
Gerbes non associées aux gerbes de	$1121/31^{h}7$	$2056/44^{h}2$	$1614/30^{h}3$	$893/20^{h}3$	$491/18^{h}4$	$49/3^{h}40$
l'air sans correction bar........	$35{,}4\pm1$	$46{,}5\pm1$	$53\pm1{,}5$	$43{,}8\pm1{,}5$	$26{,}6\pm1{,}1$	$13{,}3\pm2$

Conclusion. — Les gerbes enregistrées par ce dispositif présentent des propriétés qui paraissent en excellent accord avec la théorie des cascades. Il reste à voir si cet accord subsistera aux très petits angles d'ouverture, les gerbes nucléaires relativistes étant ordinairement serrées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Observations sur les discontinuités d'émission* K *de l'aluminium et du magnésium dans des alliages dilués.* Note de Mlle **Yvette Cauchois**, présentée par M. Jean Cabannes.

Les spectres X des métaux mettent en évidence les deux demi-bandes contigües, respectivement occupée et inoccupée, des états d'énergie permis pour les électrons de conductibilité [1]. Chaque spectre d'émission montre une bande (par exemple Kβ de Al ou Mg) dont le bord net vers les grandes énergies correspond à la limite abrupte entre les états occupés et inoccupés. Cette discontinuité d'émission semble caractéristique de l'état métallique. Elle peut être masquée par des satellites. Sa largeur dépend de la largeur du niveau X en jeu et, faiblement, de la température. Mais on comprend mal comment elle s'effacerait par dilution d'un métal pur dans d'autres métaux comme cependant, l'ont annoncé plusieurs auteurs : S. Yoshida [2] sur le spectre K d'alliages Al — Cu à teneurs décroissantes jusqu'à 10 % atomique

(1) *Voir* Y. Cauchois, *Les spectres de rayons X et la structure électronique de la matière.* Paris, 1948.

(2) *Scient. Pap. Inst. Phys. Chem. Res.*, 28, 1936, p. 243.

de Al; J. Farineau ([3]) dans le même cas (jusqu'à 19 %) et pour Al dans Ni (jusqu'à 18 %); W. B. Skinner et J. E. Johnston ([4]) pour K de Be à 2 et 1 % dans Al. Ces derniers auteurs ont aussi analysé l'émission L de Al à 25 et 5 % dans Cu et conclu que le bord net a disparu à 5 % ; mais ils font remarquer que la superposition de l'émission M du cuivre gêne les observations et trouvent que l'émission K du béryllium dans le cuivre montre encore la discontinuité à 3 et même 1 %.

J'ai repris la question pour $K\beta$ de Al et de Mg, à l'aide d'un spectrographe à vide équipé avec micas et gypses courbés sous 25^{cm} de rayon ([5]). Les micas utilisés en second ordre donnent une dispersion d'environ 4,6 eV/mm pour Al et 1,6 pour Mg; mais ils contiennent de l'aluminium et du magnésium; il est bon de contrôler les résultats qu'ils fournissent à l'aide de gypses; la dispersion pour le premier ordre, seul observable, tombe alors à environ 18 eV pour Al, sur plaque normale à la direction moyenne du faisceau. La fenêtre du tube, généralement en aluminium de $0^{\mu},5$ à 1^{μ} d'épaisseur, est remplacée, pour la recherche de la discontinuité de ce métal, par une fenêtre exempte d'aluminium; n'ayant pu trouver de feuilles de béryllium assez minces, j'ai préparé des fenêtres en ailes de papillon de 0,3 mg/cm² et d'autres en lithium de $0^{mm},01$. Voici les résultats obtenus. Le vide doit être très poussé, la surface émissive suffisamment grande et maintenue très propre par nettoyages en cours de pose.

$K\beta$ *de* Al *dans* Cu_9Al ([6]) apparaît comme un doublet ([2]) à la place de la bande unique de Al pur. La composante de grande fréquence présente une discontinuité qui, à la précision des mesures, coïncide avec celle de Al pur. Sa largeur brute sur mes clichés ne dépasse pas 2 eV. Il m'est impossible de dire si la largeur totale vraie est supérieure à cette largeur apparente qui est très inférieure à celle de la bande de conductibilité du cuivre [probablement environ 5 eV ([7]) contre 11 pour Al pur]. La composante de grande longueur d'onde, plus intense, plus large, apparemment symétrique, a son maximum à environ 5 eV de la discontinuité, vers 7960 *ux*; elle ne semble pas due à de l'oxyde qui donne une bande du même genre, mais avec maximum à 7970 *ux*; ni à une autre phase d'alliage, puisqu'elle ne montre pas de bord net.

$K\beta$ *de* Mg *dans des alliages d'aluminium* est une bande large, simple, à bord net, avec des alliages binaires à 10,2, 6,7, 5,6, 3,0 et 1,5 % de Mg ([8]) et avec

---

([3]) *Journ. de Phys.*, S. VII, X, 1939, p. 327.

([4]) *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, 34, 1938, p. 109.

([5]) Y. Cauchois, *Journ. de Phys.*, S. VIII, VI, 1945, p. 89.

([6]) Préparé pour nous par la Société Alais, Froges et Camargue.

([7]) Y. Cauchois, résultats non publiés.

([8]) Ces échantillons ont été préparés pour nous par les *Tréfileries et laminoirs du Havre.*

deux autres échantillons (⁹) à 2 % Mg et à 1,45 % Mg plus 4,2 % Cu avec traces de Fe et Si. Les discontinuités ont même position que celle de Mg pur, à la précision des observations; mais la distribution de l'intensité dans les bandes paraît modifiée. Dans le seul cas d'un alliage [9] à 0,95 % Mg avec 1,85 % Si, la bande à bord abrupt est remplacée par une bande sans discontinuité, déplacée vers les grandes ondes. Il s'agit de la plus petite concentration en Mg que j'aie étudiée. Or, l'amélioration de la technique expérimentale m'a permis d'observer les discontinuités qui n'apparaissaient pas sur mes premiers clichés à 2 et 1,5 %. Il me semble cependant que les observations actuelles sur l'alliage à 0,95 % sont correctes. Elles s'expliquent si Mg et Si forment un composé défini au sein de Al.

A cette seule exception près, les alliages étudiés montrent tous la discontinuité d'émission K de Al ou Mg, caractéristique du métal. Dans tous ces cas, la position de la discontinuité n'est pas modifiée par l'alliage. Il serait intéressant de suivre la variation de la conductibilité dans ces alliages dilués.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Étude microradiographique des contours de grains de l'aluminium pur et de la solution solide aluminium-zinc au cours de leur fusion commençante.* Note (*) de MM. **Aurel Berghézan**, **Paul Lacombe** et **Georges Chaudron**, transmise par M. Albert Portevin.

Nous avons déjà montré [1] que le métal constituant le contour des grains de l'aluminium raffiné à 99,99 % de pureté possède une température de fusion légèrement inférieure à celle de la masse des cristaux. Ce comportement particulier des contours de grains, confirmé récemment par W. J. Pumphrey et J. V. Lyons [2] est en accord avec la théorie suivant laquelle la structure du contour de grain est constituée par un réseau de transition dont la largeur et les imperfections dépendent de l'orientation relative des cristaux contigus.

Nous avons utilisé pour cette étude les techniques de la microradiométallographie préconisées par M. J. J. Trillat et Fournier [3] en choisissant des échantillons à cristallisation grossière dont les joints soient perpendiculaires à la surface; ceci nous a permis d'augmenter l'épaisseur de la préparation (100-200$^{\mu}$) et d'améliorer ainsi le constraste.

L'examen microradiographique d'un échantillon polycristallin d'aluminium pur soumis à un début de fusion apporte des arguments supplémentaires à ce point de vue. La microradiographie montre que le contour de grain après fusion est matérialisé par une succession de canaux creux de section circulaire

---

(9) Ces échantillons m'ont été donnés par M. A. Guinier.

(*) Séance du 16 août 1950.

(1) G. Chaudron, P. Lacombe et N. Yannaquis, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1372.

(2) *Nature*, 163, n° 4155, 1949, p. 960.

(3) *Revue scientifique*, n° 4, avril (1940).

disposés perpendiculairement à la surface libre de l'échantillon. Ces canaux apparaissent sous forme de points noirs alignés sur la microradiographie (*fig.* 1). Ceci indique que la fusion du contour de grain n'a pas lieu simultanément en tous ses points, mais suivant des régions localisées qui correspondent vraisemblablement aux régions les plus perturbées de la structure de transition. Cette fusion disconstinue est à rapprocher du fait que l'attaque des contours de grains de l'aluminium par l'acide chlorhydrique débute par la formation de piqûres localisées [4].

Dans le cas de la solution solide aluminium-zinc, la fusion de l'alliage débute également par celle des contours de grains. La microradiographie (*fig.* 2) montre que ce début de fusion conduit à un enrichissement en zinc du contour de grain vraisemblablement supérieur à la teneur du liquidus correspondant à la température de fusion commençante de l'alliage. Le début de fusion de l'alliage provoque donc une brutale diffusion des atomes de zinc à la périphérie des cristaux. Le phénomène est réversible : un chauffage prolongé au-dessous du solidus provoque une remise en solution progressive du zinc (*fig.* 3), cependant que les fissures de décohésion intercristalline apparaissant en noir sur les microradiographies restent inaltérées.

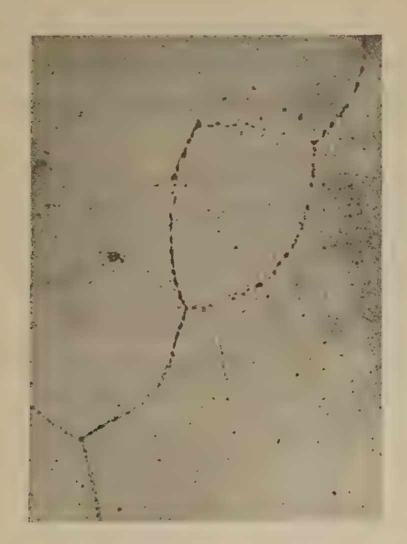


Fig. 1. — Fusion commençante des joints de grains de l'aluminium pur. G = 100.



Fig. 2. — Enrichissement en zinc des contours de grains d'un alliage Al-Zn à 12% au cours de leur fusion commençante. G = 250.

Enfin, si l'on élève la température au-dessus de la température commençante de fusion, celle-ci se poursuit à l'intérieur des cristaux d'une manière très

---

[4] P. Lacombe et N. Yannaquis, *Revue de Métallurgie*, 45, 1948, p. 68.

localisée. La microradiographie de la figure 4 montre à l'intérieur des cristaux des petits îlots de métal fondu dont le centre enrichi en aluminium est entouré

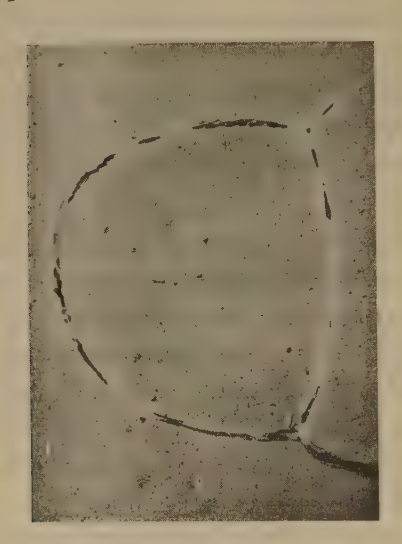


Fig. 3. — Remise en solution progressive du zinc sur le même alliage (*fig.* 2) traité 30 minutes à 450°. G = 250.



Fig. 4. — Fusion aux joints de grain et à l'intérieur des cristaux par élévation de la température. G = 200.

d'une auréole riche en zinc. On observe d'une façon générale, contrairement à la figure 2, un gradient de composition important autour des contours de grains fondus.

En conclusion, grâce à la microradiographie très sensible à de faibles différences de concentration dans ce cas particulier, où les éléments Al et Zn ont un coefficient d'absorption très différent, nous avons pu déceler deux stades successifs dans la *brûlure* de l'alliage. Le premier, seul limité aux contours des grains, permet la régénération de l'alliage par traitement thermique.

En outre, nous avons montré que les discontinuités de structure du contour de grain liées à la notion de réseau de transition provoquent une attraction *brutale* des atomes dissous vers le contour des cristaux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'autoxydation des cyclohexénols aryl-aroyl-substitués. Méthode de préparation des triarylbenzènes.* Note (*) de MM. **Dimitre Ivanoff**, **Tchavdar Ivanoff** et **Christo Ivanoff**, présentée par M. Marcel Delépine.

Deux d'entre nous ont trouvé qu'en solution acéto-formique les homologues de la dypnopinacone ordinaire, obtenus par condensation des cétones du type

(*) Séance du 7 novembre 1949.

Ar.CH=CH.CO.Ar avec celles du type Ar.C(CH_3)=CH.CO.Ar se décomposent par déshydrogénation spontanée à l'air en triarylbenzènes-1.3.5 et en acides arylcarboniques ([1]).

L'intérêt que présente cette décomposition d'autoxydation nous a poussés à l'étudier plus profondément. Tout d'abord nous avons trouvé que sous l'action de l'oxygène la dypnopinacone de chalcone et de dypnone en solution acétique seul subit la même décomposition. Au contraire, en faisant passer de l'air dans sa solution acétique bouillante, on obtient de la triphénylbenzophénone-2.4.6, c'est-à-dire, que dans ce cas, la dypnopinacone se déshydrogène et se déshydrate. Étant donné que dans les mêmes conditions la dypnopinacoline correspondante ne peut pas se déshydrogéner ([1]), nous en avons conclu que la déshydrogénation se fait avant la déshydratation. Par déshydrogénation au moyen du soufre, la dypnopinacone fournit également de la triphénylbenzophénone-2.4.6.

Les résultats cités concernant l'autoxydation de la dypnopinacone de chalcone et de dypnone s'expliquent bien si nous admettons dans sa molécule une liaison hydrogène [liaison de chélation, (I)]. Donc il est probable que pour le produit de déshydrogénation, il y a une résonance entre (II) et (III). Un tel échange d'électrons peut être prouvé de la façon suivante : la structure (II) indique une résonance entre (IV) et (V); la liaison hydrogène (VI) donne aussi lieu à une résonance entre (V) et (VII). On peut exprimer (VII) par la structure cétonique (VIII). La migration d'un atome d'hydrogène du groupe méthylénique au groupe carbonyle opposé conduit à la structure (III).

Le produit de déshydrogénation de la dypnopinacone n'a pu être isolé. L'instabilité de ce produit est à prévoir en tenant compte du fait que la déshydrogénation du dihydrobenzène est une réaction exothermique ([2]). La tendance du système dihydrobenzénique à se transformer en noyau benzénique plus stable provoque à température ordinaire la rupture des liaisons entre le cycle

---

([1]) D. Iwanow et Tsch. Iwanow, *Ber. d. chem. Ges.*, 76, 1943, p. 1148-1156.

([2]) G. B. Kistiakowsky et coll., *J. Am. Chem. Soc.*, 58, 1936, p. 152.

et les groupes benzoyle et hydroxyle. Ces derniers groupes restent liés entre eux par la liaison hydrogène et donnent naissance à une molécule d'acide benzoïque. A l'ébullition, au contraire, la liaison hydrogène se rompt et le passage du noyau cyclohexadiénique au noyau benzénique s'effectue par déshydratation; on obtient de la triphénylbenzophénone-2.4.6.

Cette hypothèse peut être étendue à toutes les dypnopinacones du même type. Elle explique, par exemple, pourquoi l'autoxydation de la dypnopinacone de chalcone et de diméthyldypnone-4.4′ conduit aux acides benzoïque et *p*-toluique [1]. Dans les cas où le groupe arylique lié au carbonyle diffère du groupe phénylique voisin de l'hydroxyle [selon (I)] la formation des triaryl-benzophénones prend, aussi à température ordinaire, une vitesse assez grande. Ainsi la dypnopinacone de *p*′-méthylchalcone et de dypnone fournit du triphénylbenzène-1.3.5, des acides benzoïque et *p*-toluique et de la méthyl-4′ triphénylbenzophénone-2.4.6, tandis que la dypnopinacone de dibenzalacétone et de dypnone, $C_{33}H_{28}O_2$ (F 214-216°) donne de la triphénylchalcone-2.4.6, $C_{33}H_{24}O$ (F′ 192-194° et F″ 209-210°) et de l'acide benzoïque.

Voilà la raison pour laquelle nous avons essayé de préparer quelques triphénylbenzènes-1.3.5, *p*-substitués dans l'un des noyaux latéraux. Dans ce but nous avons préparé les dypnopinacones données dans le tableau ci-dessous. Pour les mieux caractériser nous avons obtenu leurs dypnopinacolines, qui, déshydrogénées avec du soufre, ont fourni les triarylbenzophénones-2.4.6 correspondantes.

Dypnopinacones préparées de :	Dypnopinacolines correspondantes.	Triphényl-benzophénones correspondantes.	Triarylbenzènes-1, 3, 5 correspondants.
1. *p*-Méthylchalcone et dypnone, $C_{32}H_{28}O_2$, F 168-169°,5........	$C_{32}H_{26}O$ F 128–129°	$C_{32}H_{24}O$ F 148–150°	$C_6H_3(C_6H_5)_2.C_6H_4.CH_3$–*p* F 123,5-124,5°
2. *p*-Chlorochalcone et dypnone, $C_{31}H_{25}ClO_2$, F 168–169°.......	$C_{31}H_{23}ClO$ F 107–108°	$C_{31}H_{21}ClO$ F 157–158°	$C_6H_3(C_6H_5)_2.C_6H_4.Cl$–*p* F 139-140°
3. *p*-Méthoxychalcone et dypnone, $C_{32}H_{28}O_3$, F 166-168°.........	$C_{32}H_{26}O_2$ F 97–98°	$C_{32}H_{24}O_2$ F 166–167°	$C_6H_3(C_6H_5)_2.C_6H_4.OCH_3$–*p* F 138–139°
4. Chalcone et *p*, *p*′–diphényl-dypnone, $C_{43}H_{34}O_2$, F 195-196°.	Cette dypnopinacone n'a pas subi de déshydratation et de décomposition d'autoxydation.		

Les triarylbenzènes-1.3.5 cherchés ont été obtenus avec un rendement de 45-50 % en soumettant à température ordinaire pendant 2-3 jours les solutions acéto-formiques des dypnopinacones à l'action de l'oxygène provenant d'un gazomètre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des hydrocarbures aromatiques avec les esters d'acides γ-éthyléniques : application à la synthèse du tétraméthyl-1.2.4.7 naphtalène.* Note de MM. **Jean Colonge** et **Édouard Grimaud**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les hydrocarbures benzéniques se condensent sur les esters des acides allylacétiques α-substitués en donnant les esters des alcoyl-2 aryl-4 pentanoïques dont les acides se cyclisent en α-tétralones; de celles-ci on passe aisément aux hydrocarbures naphtaléniques correspondants.

Il est bien connu que les hydrocarbures aromatiques s'additionnent sur les

composés éthyléniques, en présence d'acides minéraux ou de certains chlorures métalliques; les acides éthyléniques ou leurs esters ne font pas exception et divers essais ont été signalés avec des composés renfermant la liaison éthylénique plus ou moins distante du groupement carboxylique. En ce qui concerne les acides γ-éthyléniques, ou leurs esters, signalons les travaux de Eyjkman [1] et de Fourneau et Baranger [2], qui mettent en œuvre l'acide allylacétique ou l'allylmalonate d'éthyle d'une part, et le benzène ou l'anisole d'autre part, en présence de chlorure d'aluminium; les rendements sont médiocres.

Pour obtenir les esters des *alcoyl-2 aryl-4 pentanoïques* (II) et passer ultérieurement aux α-tétralones correspondantes, nous avons condensé les *esters éthyliques des alcoyl-2 pentène-4 oïques* (I) avec des hydrocarbures benzéniques, en présence de chlorure d'aluminium.

(I) $CH_2=CH.CH_2.CH(R).COOC_2H_5$

(II) $CH_3CH(Ar).CH_2.CH(R).COOC_2H_5$

Mode opératoire. — On ajoute, peu à peu, l'ester γ-éthylénique (1^{mol}) à la suspension agitée de chlorure d'aluminium pulvérisé ($1^{mol},3$) dans l'hydrocarbure (6^{mol}), en maintenant la température vers 35°; après deux heures d'agitation, on hydrolyse sur glace et acide chlorhydrique; la couche organique est lavée, séchée et rectifiée. Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

Composé aromatique utilisé.	Ester (I) utilisé.	Ester (II) obtenu.		Rendement (%).
Benzène	$R=H$	$Ar=C_6H_5$;	$R=H$	80
»	$R=C_2H_5$	$Ar=C_6H_5$;	$R=C_2H_5$	88
Toluène	$R=H$	$Ar=p-CH_3.C_6H_4$;	$R=H$	87
»	$R=CH_3$	$Ar=p-CH_3.C_6H_4$;	$R=CH_3$	88
»	$R=C_2H_5$	$Ar=p-CH_3.C_6H_4$;	$R=C_2H_5$	92
P-xylène	$R=CH_3$	$Ar=(CH_3)_2.C_6H_3$;	$R=CH_3$	82
»	$R=C_2H_5$	$Ar=(CH_3)_2.C_6H_3$;	$R=C_2H_5$	85
Fluorobenzène	$R=H$	$Ar=FC_6H_4$;	$R=H$	70
»	$R=CH_3$	$Ar=FC_6H_4$;	$R=CH_3$	71
Chlorobenzène	$R=H$	$Ar=ClC_6H_4$;	$R=H$	86
»	$R=CH_3$	$Ar=ClC_6H_4$;	$R=CH_3$	85
Bromobenzène	$R=H$	$Ar=BrC_6H_4$;	$R=H$	64
»	$R=CH_3$	$Ar=BrC_6H_4$;	$R=CH_3$	63
Anisole	$R=H$	$Ar=CH_3OC_6H_4$;	$R=H$	21

Constitution des produits obtenus. — Nous avons constaté que le radical arylique se place uniquement en γ du groupement carboxylique; de plus, avec le toluène, seul l'atome d'hydrogène en para du groupement méthyle entre en

(1) *Zentralbl.*, II, 1907, p. 2045 et II, 1908, p. 1100.

(2) *Bull. Soc. Chim.*, 49, 1931, p. 1161.

jeu; par contre, avec les halogénobenzènes, il semble se faire plusieurs isomères. Nous ne décrirons ici que les produits intéressant la synthèse du *tétraméthyl*-1.2.4.7 *naphtalène*, carbure nouveau.

P-tolyl-4 *méthyl*-2 *pentanoate d'éthyle* $C_{15}H_{22}O_2$. — Action de l'α-méthylallylacétate d'éthyle sur le toluène; liquide, $É_{18}$ 158°; $d_4^{18,5}$ 0,974; $n_D^{18,5}$ 1,4899.

P-tolyl-4 *méthyl*-2 *pentanoïque* $C_{13}H_{18}O_2$. — Saponification de l'ester précédent; liquide, $É_3$ 151°; sel de benzylisothiouronium F 134°.

Triméthyl-2.4.7 *tétralone* $C_{13}H_{16}O$. — Action de l'acide sulfurique sur l'acide précédent; liquide, $É_{25}$ 169°; d_4^{23} 1,036; n_D^{23} 1,5452; dinitro-2.4 phénylhydrazone F 220°.

Tétraméthyl-1.2.4.7 *tétralol*-1 $C_{14}H_{20}O$. — Action de l'iodure de méthyl magnésium sur la tétralone précédente; rendement 86 %; liquide, $É_5$ 144°.

Tétraméthyl-1.3.4.6 *dihydro*-1.2 *naphtalène* $C_{14}H_{18}$. — Formé par déshydratation de l'alcool tertiaire précédent; liquide, $É_{19}$ 150°; d_4^{22} 0,967; n_D^{22} 1,5600.

Tétraméthyl-1.2.4.7 *naphtalène* $C_{14}H_{16}$. — Obtenu en déshydrogénant par le soufre la dialine précédente; liquide, $É_{21}$ 174°-175°; F — 3°; d_4^{28} 1,011; n_D^{28} 1,6032; picrate F 151°; styphnate F 118°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *La pseudo-yohimbine est identique au yohimbène.* Note de MM. **Maurice-Marie Janot**, **Robert Goutarel** et **Mohamad Amin**, présentée par M. Paul Lebeau.

Dans une Note récente [1] sur la pseudo-yohimbine, nous avons attiré l'attention sur la parenté qui devait exister entre cet alcaloïde et celui décrit en 1926 sous le nom de yohimbène, par G. Hahn et W. Brandenberg [2].

M. B. Witkop, qui seul semble avoir poursuivi l'étude du yohimbène [3], ayant bien voulu nous adresser un échantillon de ce rare produit qu'il tenait des auteurs précités et qui se trouvait être celui-là même qui avait servi à ses propres recherches, nous avons pu démontrer que la pseudo-yohimbine et le yohimbène sont identiques.

La formule commune est $C_{21}H_{26}O_3N_2$ avec respectivement $[\alpha]_D + 27°,6 \pm 1°,5$ et $[\alpha]_D + 26°,9 \pm 2°,8$ (pyridine).

Le point de fusion instantanée au bloc de Maquenne est de 293° pour le deux alcaloïdes et pour leur mélange; il en est de même pour celui de l'acide pseudo-yohimbique et de l'acide yohimbénique et de leur mélange à F 245-248°, ainsi

---

(1) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 2041-2043.

(2) *Ber.*, 59, 1926, p. 2189; 60, 1927, p. 669-707; G. Hahn et W. Stenner, *Ber.*, 61, 1928, p. 278.

(3) *Ann. Chem.*, 554, 1943, p. 83-126.

que pour celui de la pseudo-yohimbone et de la yohimbénone et de leur mélange à F 286-287°. Ces cétones ont été préparées par la méthode d'Oppenauer.

Les propriétés spectrales sont également identiques pour l'absorption tant dans l'ultraviolet que dans l'infrarouge. Nous rapportons ici le spectre infrarouge exécuté dans le laboratoire de B. Witkop à l'Université de Harvard (*fig.* 1).

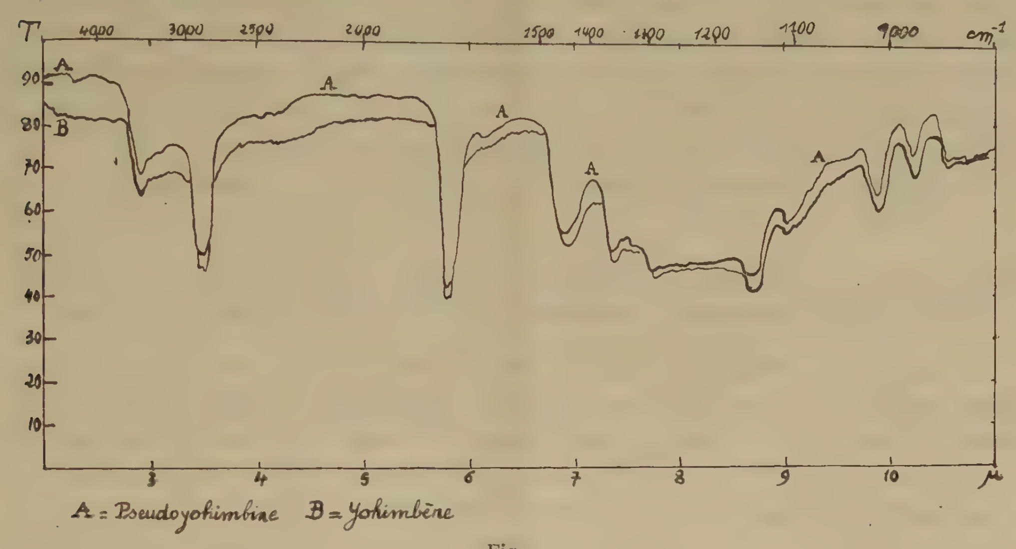


Fig. 1.

Alors que l'acide yohimbénique comme l'acide pseudo-yohimbique conduit

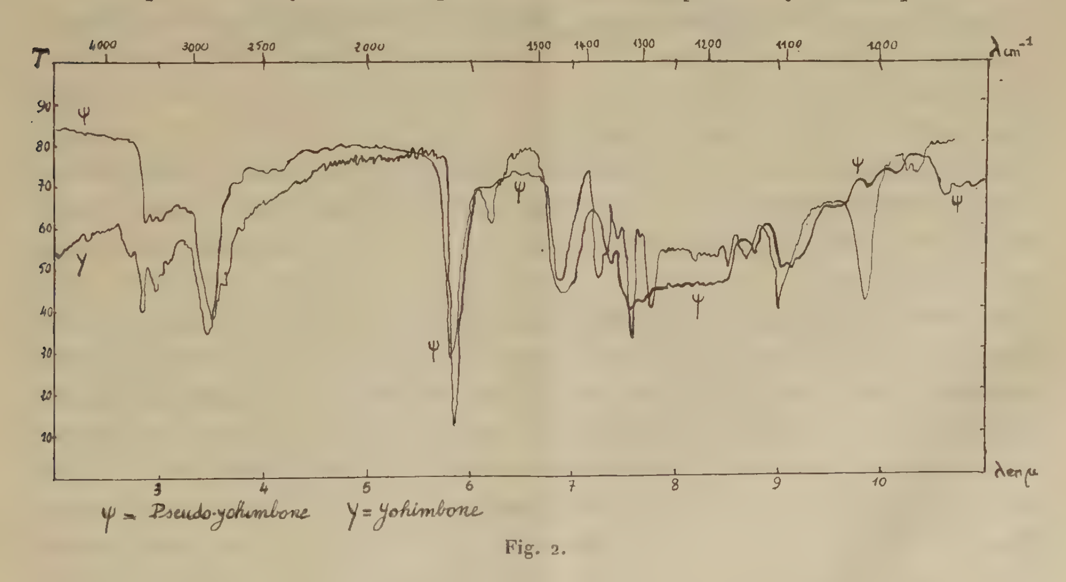


Fig. 2.

par décarboxylation à la yohimbone F 310-311°, $(\alpha)_D - 105°$ (pyridine), l'oxydation de ces mêmes acides par la méthode d'Oppenauer donne la

yohimbénone (ou pseudo-yohimbone). La discordance des propriétés physiques de ces deux cétones isomères est également visible sur leur spectre infrarouge (*fig*. 2).

Si la remarquable synthèse de la yohimbone que vient de publier G. A. Swan ([4]), confirme la structure polycyclique attribuée à la yohimbine et démontre la position de l'oxhydrile alcoolique sur le carbone 17, la configuration stéréochimique de la yohimbine et de ses isomères n'est pas encore parfaitement connue; cependant, le facile passage du yohimbène à la série yohimbique permet de penser que les rapports stériques qui existent entre la yohimbine et le yohimbène (ou pseudo-yohimbine) sont conditionnés par le carbone 3, le cycle E étant le même dans les deux alcaloïdes.

Conclusion. — La pseudo-yohimbine est identique au yohimbène.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Mesures magnétiques en Bretagne centrale.* Note (*) de M. **Eugène Le Borgne**, transmise par M. Charles Maurain.

Le réseau magnétique de la France au 1er janvier 1924 montre que la Bretagne centrale se comporte d'une manière anormale. En mesurant la composante horizontale du champ magnétique terrestre tous les kilomètres, en 12 stations situées le long de la route de Ploërmel à Pontivy, Ch. Maurain a constaté que l'amplitude des anomalies magnétiques est plus grande, dans cette région, que ne le révélaient les stations espacées adoptées pour établir le réseau ([1]).

Je me suis proposé de délimiter la zone anormale. Pour cela, j'ai mesuré, avec une balance de Schmidt, la composante verticale en 350 stations, distantes d'environ 1km, disposées le long d'un certain nombre d'itinéraires à l'intérieur d'un carré de 50km de côté : la zone étudiée est comprise entre les méridiens 5,30 grades et 6,15 grades d'une part, entre les parallèles 53,10 grades et 53,70 grades d'autre part. Elle couvre, au centre, des schistes du Briovérien qui se prolongent vers l'Est et sont limités, dans les autres directions, par des massifs de granite et de granulite, parfois bordés de micaschistes, ou par des bandes de grès.

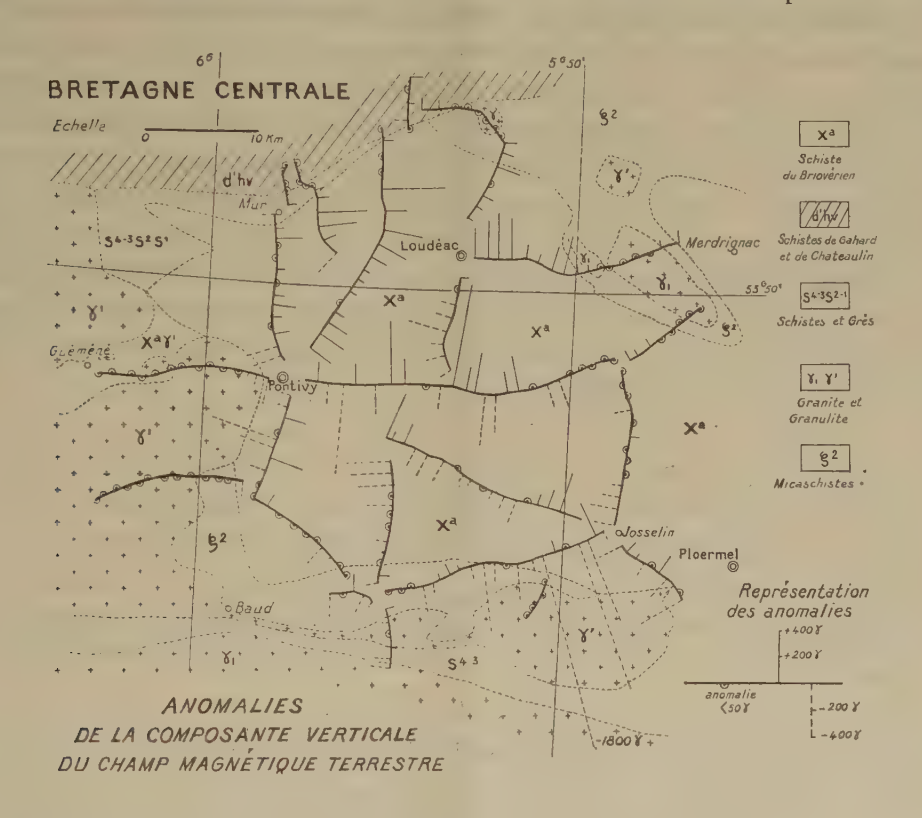
Les mesures effectuées montrent que le champ magnétique terrestre est calme au-dessus du granite et de la granulite, tandis qu'il est troublé ailleurs. En considérant comme normales les valeurs observées sur les granites voisins, on constate des anomalies importantes, comprises entre -1800^{γ} et $+900^{\gamma}$. Dans la région schisteuse, les anomalies sont très nombreuses et leur juxtaposition ne laisse pratiquement pas de surfaces calmes; l'espacement des sta-

([4]) *J. Chem. Soc.*, 1950, p. 1534-1539.

(*) Séance du 11 septembre 1950.

([1]) Ch. Maurain, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 508-510.

tions ne permet pas de tracer les courbes isanomales. La figure 1 donne une idée de la disposition des anomalies et fait apparaître le contraste entre la zone schisteuse et les zones granitiques. Sur une reproduction de la carte géologique, on a reporté certains itinéraires et les stations correspondantes. En



chaque station l'anomalie est représentée par un segment dont la longueur est proportionnelle à la différence entre la valeur de la composante verticale en ce point et la valeur moyenne observée dans une région calme voisine (anomalie positive en trait plein, anomalie négative en pointillé). Lorsque l'anomalie est inférieure à 50^{γ}, la station est entourée d'un demi-cercle.

Examinées au point de vue magnétique, les différentes roches rencontrées dans cette région ont montré une susceptibilité très faible et une aimantation rémanente négligeable, à l'exception des diabases, franchement magnétiques, qui apparaissent sous forme de filons dans la partie Nord de la zone étudiée : il semble que ces diabases sont responsables des anomalies, généralement positives, observées dans les environs de Loudéac. Dans la partie Sud, où l'on ne rencontre pas de diabases, aucune roche magnétique n'a pu être atteinte. Il est à noter que les anomalies y sont plutôt à prédominance négative.

On peut rapprocher les résultats de ces observations magnétiques à l'échelle régionale, des résultats, à la même échelle, des mesures gravimétriques

effectuées dans cette région par R. Bollo ([2]) et pour lesquels J. Goguel a donné une interprétation géologique ([3]). La région granitique de Guemene, calme au point de vue magnétique, correspond à une anomalie négative de la gravité; la région schisteuse de Loudéac, troublée au point de vue magnétique, présente une anomalie positive de la gravité. Les densités respectives des granites et des schistes laissent supposer que ceux-ci recouvrent des roches sensiblement plus lourdes : dans cette partie Nord, les géologues considèrent comme probable l'existence, à une profondeur de l'ordre du kilomètre, d'un réservoir de dolérites dont proviendraient les filons de diabases, roches denses et magnétiques. Compte tenu de l'espacement des stations gravimétriques, cette correspondance entre les perturbations magnétiques et les anomalies positives de la gravité tend à disparaître lorsqu'on se déplace vers le Sud; au sud-est, dans la région de Josselin, où les anomalies magnétiques négatives sont importantes, la gravité présente une anomalie négative qui envahit largement la zone schisteuse entourant le massif granitique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'ion silicique sur le maintien en solution et l'absorption de l'ion phosphorique par les plantes.* Note de M. **Étienne-Marcel Bastisse**, présentée par M. Raoul Combes.

La silice est un des éléments actifs qui, participant aux phénomènes de fixation et d'échange des anions dans le sol, permet d'envisager l'emploi de composés siliciques pour maintenir l'assimilabilité de l'acide phosphorique dans les terres latéritiques.

Nous avons montré antérieurement ([1]) que certains anions sont susceptibles d'être adsorbés par les constituants du sol : argiles et hydroxydes métalliques. Si plusieurs de ces anions se trouvent mélangés dans une solution l'adsorption de l'un d'eux diminue l'adsorption des autres. Partant de cette observation, nous avons essayé de déterminer les conditions dans lesquelles l'anion silicique pourrait retarder ou supprimer la fixation de l'anion phosphorique par les hydroxydes. Pour juger du résultat obtenu, nous avons déterminé par voie chimique la quantité de P_2O_5 encore en solution ou, par voie biologique, la quantité de P_2O_5 absorbée par des plantes de Maïs croissant sur les milieux artificiels que nous avons préparés.

Le milieu absorbant était constitué selon le cas par des hydroxydes de fer ou d'aluminium fraîchement précipités, ou par un sol latéritique. Ces éléments étaient mélangés à un grand excès de solution de manière que les équilibres physico-chimiques pussent être atteints dans chaque cas. Les solutions elles-mêmes renfermaient des doses variables de scories phosphatées et de silicate.

([2]) *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 1028-1030.

([3]) *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 1130-1131.

([1]) *Comptes rendus*, **195**, 1933, p. 790; **197**, 1933, p. 1247.

Le détail des résultats des recherches qui s'étendent sur 5 ans et qui intéressent environ 200 plantes sera présenté ailleurs. Nous n'indiquerons ici que les conclusions générales qu'ils nous ont permis de dégager. Signalons d'ailleurs que chaque résultat particulier, étant obtenu sur un petit nombre de plantes, n'est pas très significatif par lui-même; mais la constance des résultats au cours des différentes années est telle qu'en dépit des différences dans le schéma de chaque expérience, elle confère une haute probabilité aux conclusions actuelles.

L'addition de SiO_2 dans les solutions augmente dans tous les cas la teneur de la plante en cet élément. L'effet étant toujours plus marqué pour les racines que pour les tiges. Par contre, les teneurs en P_2O_5 varient et peuvent même parfois décroître quand la teneur en SiO_2 croît, l'abaissement du taux de P_2O_5 étant surtout marqué pour les plantes récoltées après le plein développement (stade épis).

Néanmoins, comme en présence de SiO_2 la quantité de matière sèche récoltée est augmentée d'une manière considérable, couramment 2 et 3 fois plus, la quantité totale de P_2O_5 exportée par les récoltes est donc toujours très supérieure à celle des témoins.

Chaque fois que nous avons effectué des dosages de P_2O_5 en solution, nous avons constaté qu'en présence de SiO_2 la quantité de P_2O_5 était toujours plus élevée, toutes choses égales d'ailleurs, qu'en l'absence de cet élément. Cette conclusion est vraie quel que soit le pH de la solution.

Ainsi il ressort de ces expériences que l'addition de SiO_2 permet le maintien en solution de l'acide phosphorique même dans des conditions où celui-ci doit rétrograder énergiquement. La plante réagit dans ces conditions favorables en fournissant une récolte plus abondante et en exportant ainsi plus d'acide phosphorique. Il serait maintenant nécessaire de pouvoir transposer ces conclusions dans le domaine pratique en opérant non plus avec des solutions mais dans les sols latéritiques fortement rétrogradants. On peut aisément concevoir la préparation de produits silicophosphatés permettant à l'acide phosphorique de rester à la disposition de la plante dans les conditions du milieu naturel.

Il faut évidemment que l'expérience confirme ces prévisions mais elle vaudrait d'être entreprise puisqu'à l'heure actuelle le problème de la fumure phosphatée en terre latéritique est de ceux qui paraissent commander l'accroissement de la fertilité de ces sols.

GÉNÉTIQUE. — *Sur la production, par des hétérozygotes monofactoriels de* Podospora anserina, *de gamétophytes phénotypiquement différents des gamétophytes parentaux.* Note de M. **Georges Rizet** et Mme **Ginette Delannoy**, présentée par M. Roger Heim.

Les souches qui, dans leurs confrontations fournissent des *barrages*, diffèrent par un seul gène : l'une est appelée S, l'autre s. Les asques issus du croisement $S \times s$ montrent une ségrégation mendélienne typique; toutefois, si l'on obtient en F_1 des souches S, on n'obtient pas de souches identiques à s. Celles-ci sont remplacées par des souches d'un type nouveau (s^S) dont les caractères sont interprétés comme les manifestations de *l'action retardée* du gène S.

On peut réaliser des croisements, chez *Podospora anserina*, en confrontant deux souches, l'une de *signe* +, l'autre de *signe* —, issues de spores uninucléées ([1]). Si les deux semis sont faits à une certaine distance l'un de l'autre, les périthèces se développent dans la zone voisine de la ligne de contact des deux souches. Dans le cas des souches d'apparence *sauvage* que nous utilisons habituellement, la distribution des fructifications répond cependant à deux dispositions différentes.

Dans certaines confrontations fertiles, les périthèces forment une ligne au contact des mycéliums entièrement pigmentés. Dans les autres, les fructifications forment deux lignes parallèles, séparées par une zone étroite et incolore. Nos premières observations nous avaient même laissé supposer que cette région était dépourvue de mycélium; c'est pourquoi nous avons appliqué à ce phénomène, par analogie avec d'autres phénomènes décrits chez les Champignons, le terme de *barrage*. En réalité, si les hyphes aériens sont extrêmement rares, on trouve dans cette zone des hyphes immergés incolores, provenant de chacune des souches et formant même, à leur rencontre en son milieu, des ramifications terminales, qui s'entrecroisent et constituent un véritable *bourrelet* mycélien.

A l'absence ou à la disposition des périthèces près, cette seconde disposition se rencontre également dans des confrontations intéressant, soit deux souches de même *signe* (donc stériles), soit deux souches dont l'une ou même les deux sont autofertiles : dans ce dernier cas, les périthèces recouvrent toute la culture à l'exception de la zone non pigmentée. *Barrage* et *bourrelet* représentent donc l'essentiel d'un phénomène auquel la disposition des périthèces donne simplement une expression morphologique.

Ce phénomène se produit lorsqu'on confronte deux souches que nous appellerons dès maintenant S et s. Les confrontations entre deux souches S ou entre deux souches s ne fournissent jamais ni *barrage* ni *bourrelet*, et, si ces deux souches sont de *signes* différents, ne produisent qu'une seule ligne de péri-

---

([1]) G. Rizet et C. Engelmann, *Rev. Cytol. et Biol. vég.*, 11, 1949, p. 201-303.

thèces. Des croisements $S \times S$ ou $s \times s$, poursuivis pendant quinze générations, n'ont fourni, les premiers que des souches S, les seconds que des souches s : nos souches S et s appartiennent donc à deux races pures distinctes ; elles sont cependant identiques morphologiquement et, étant donné le peu de renseignements que nous possédons sur leur origine, il nous est impossible de dire si l'une d'elle est assimilable à la forme *sauvage*.

Les croisements $S \times s$ fournissent des asques de deux types : certains asques normaux tétrasporés conduisent à quatre souches semblables (type I) donnant *barrage* avec s ; les autres (type II) à deux souches S issues de deux spores constituant un demi-asque et à deux souches d'une catégorie nouvelle, puisqu'elles ne donnent *barrage*, ni avec S, ni avec s, ni entre elles. Lorsque deux spores uninucléées tiennent la place d'une spore banale, elles conduisent à des souches, soit toutes deux S ou toutes deux de la catégorie nouvelle (type II), soit l'une S et l'autre de la catégorie nouvelle (type I).

Ces modalités de ségrégation, dans leur ensemble, sont celles que l'on observe dans le cas d'un croisement entre souches différant par un seul gène, avec dominance de l'un des allèles (*loc. cit.*). Elles offrent cependant une particularité remarquable : en F_1, aucun gamétophyte n'est identique au parent s et les souches de ce type sont remplacées par des souches d'un type nouveau (²). L'absence de *barrage* dans leurs confrontations avec les souches S les rapproche de celles-ci ; elles en diffèrent cependant par le fait qu'elles ne donnent pas non plus de *barrage* avec les souches s.

Un tel comportement n'est pas sans rappeler celui du pollen né sur les pieds hétérozygotes de certaines plantes hétérostylées à deux types de pieds ou plus généralement de plantes auto-incompatibles à autostérilité *zygotique* ; on sait en effet que ce pollen, même s'il porte le gène récessif, manifeste l'un des effets du gène dominant, à savoir la capacité de féconder les homozygotes récessifs. Dans ce cas, cette propriété est généralement considérée comme un caractère cytoplasmique transitoire due à l'action retardée du gène dominant.

En première approximation, une telle interprétation convient également aux phénomènes décrits ci-dessus. En admettant que les formes S et s correspondent à deux allèles du même nom, on désignera la forme nouvelle par le symbole s^S, exprimant ainsi le *camouflage* du génotype s des souches de caractère nouveau issues des hétérozygotes Ss.

D'autres faits viennent d'ailleurs étayer cette interprétation. Parmi ceux-ci, nous citerons l'identité entre les descendances des croisements $S \times s$ et $S \times s^S$. Il est très difficile d'imaginer que deux souches, l'une s, l'autre s^S, qui, croisées avec la même souche S, conduisent au même résultat, puissent avoir des génotypes différents.

(²) Alors que plusieurs couples de gènes marqueurs, portés par les deux souches confrontées, subissaient une ségrégation parfaitement normale.

Ainsi, à première vue, les phénomènes décrits sembleraient, somme toute, relever de l'action retardée d'un gène (*prédétermination*). Cependant, nous montrerons dans une prochaine Note qu'ils présentent à cet égard quelques aspects bien singuliers.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la teneur en huile et en linamaroside des graines de diverses variétés de lin.* Note de M. **Émile André**, M[lles] **Marie Carbouère** et **Monique Maille**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans une Note antérieure (¹) publiée en collaboration avec M[me] Kogane-Charles, l'un de nous a consigné les résultats de l'examen chimique d'une série d'échantillons de graines fournies par diverses variétés de lin. A cette époque les phytogénétistes s'efforçaient d'isoler et de fixer des variétés dites *mixtes* susceptibles de donner une récolte de graines honorable en même temps qu'une récolte de paille de lin exploitable pour la préparation des fibres.

Il ne semble pas que ces recherches aient donné les résultats espérés, soit parce qu'ils furent quelque peu décevants, soit parce que la sélection des variétés de lin à graines et des variétés de lin à fibre a donné plus de satisfaction.

Le Service central d'amélioration des plantes de Versailles a mis à notre disposition une série d'échantillons de graines de lin à huile sélectionnées et dont un certain nombre provenaient de lignées pures. Des résultats fort appréciables ont été obtenus en ce qui concerne la teneur en lipides des graines des variétés de lin à huile. Il y a environ quinze ou vingt ans, on considérait qu'une teneur en huile de 36 % représentait une bonne valeur moyenne. Sans doute, on rencontrait parfois des teneurs plus élevées allant jusqu'à 40 et même 42 %, mais elles étaient exceptionnelles.

Le Service de l'amélioration des plantes de Versailles nous a remis, pour analyse, 15 échantillons de graines de lin à huile sélectionnées. Douze d'entre eux contenaient plus de 40 % de lipides. La variété la plus riche est un lin bulgare qui nous a donné le résultat remarquable de 44,7 % de lipides. Quatre autres variétés nous ont donné une teneur égale ou supérieure à 42,5 %.

Comme on peut en juger d'après le tableau ci-contre, les teneurs atteignant ou dépassant 40 % au lieu d'être une exception sont devenues la règle; la conservation de ces variétés de choix est relativement facile, il suffit de les cultiver spécialement pour semences.

Il est un autre caractère chimique qu'il est bon de faire intervenir dans la sélection des lins. C'est la teneur des graines en linamaroside, hétéroside que le ferment, linamarase, hydrolyse en CNH, acétone et glucose. Nous avons eu la satisfaction de constater que les soins culturaux et l'isolement de lignées

(¹) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 457-459.

pures avaient eu pour résultat de diminuer la teneur en linamaroside. Sur les douze échantillons que nous avons retenus comme fournissant une proportion d'huile satisfaisante, huit ont dégagé moins de 0g,25 d'acide cyanhydrique par kilogramme. Nous insistons particulièrement sur les deux variétés Bolley-Golden et Diehl qui, tout en contenant 42,8 et 42,5 % d'huile, dégagent seulement 0g,12 de CNH par kilogramme. Il n'est point rare que des soins culturaux attentifs arrivent à atténuer voire même à supprimer la toxicité des plantes dont les variétés sauvages sont toxiques. Contentons-nous de signaler ici qu'il existe des variétés de *manioc doux* contenant très peu de manihotoxine, hétéroside cyanogénétique qui a été identifié ces dernières années avec le linamaroside.

Nous avons fait figurer dans le tableau ci-dessous une colonne où est indiquée la couleur des fleurs des variétés que nous avons étudiées. Une opinion que nous avons entendu exprimer quelquefois, tendrait à présenter comme une règle que les variétés à fleurs blanches de diverses plantes toxiques sont en général peu toxiques ou même ne le sont point. On signale que les fleurs de l'amandier amer sont lavées de rose et que celles de l'amandier doux sont blanches. Il en va de même pour les haricots de Java dont la variété à fleurs blanches ne contient que des traces de phaséolunatine (glucoside identique à la linamarine). Nous avons voulu vérifier si les variétés de lin à fleurs blanches permettraient de confirmer cette règle.

Comme on peut en juger, la variété Bolley-Golden qui a des fleurs blanches ne dégage que 0g,12 de CNH par kilo, mais la variété Diehl qui a des fleurs bleues n'en dégage point davantage; la règle de l'*albinisme* se trouve ici en défaut.

Variétés.	Teneur en huile %.	CNH dégagé par 1000g.	Couleur des fleurs.	Pays d'origine.
		Lins à huile.		
Bulgare moyen. Réc. 9...	44,7	0,27	bleue	Bulgarie
Swalöfs Oljelin..........	43,7	0,18	bleue	Suède
Stende 10. Réc. 48.......	43,7	0,21	blanche étoilée	Lettonie
Bolley Golden...........	42,8	0,12	blanche (*)	U. S. A.
Diehl..................	42,5	0,12	bleue	France
Diehl 17. Essai 13.......	41,7	0,15	bleue	France
Swalöfs Oljelin. Essai 13.	41,7	0,27	bleue	Suède
S. Z. E. R. A. C. S. 6-1...	41,2	0,22	bleue	Hongrie
Bombay 88. Réc. 48.....	40,7	0,26	blanche (**)	Inde
Bolley Golden. Essai 14...	40,6	0,18	blanche (*)	U. S. A.
Lin Royal. Réc. 48......	40,4	0,24	bleue	Canada
J. B. O. Essai 12. Réc. 48.	40,2	0,27	bleue	Canada
		Lins textiles.		
Lin Crésus. Réc. 48......	37,0	0,31	bleue	Belgique
A. F. G. H. A. N. Réc. 48.	36,5	0,28	bleue	Afghanistan
Lin Priekuli............	34,2	0,48	bleue	Lettonie

(*) Étamines jaunes. — (**) Étamines bleues.

Nous avons enfin examiné les graines de trois variétés de lin textile. Dans une Note antérieure nous avions signalé que les graines des lins textiles contiennent moins d'huile et plus de linamaroside que celles des lins à huile. Les analyses que nous avons faites sur les trois *lins textiles* mis à notre disposition ont confirmé nos conclusions anciennes. Il en résulte que les éleveurs qui achètent des tourteaux de lin auraient intérêt à connaître l'origine des tourteaux qui leur sont vendus; il serait plus judicieux encore d'acheter sur analyse les tourteaux de lin *aliments du bétail* et de choisir ceux qui dégagent le moins d'acide cyanhydrique, mais cette pratique n'est point d'usage courant.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'effet antagoniste du plasma d'oiseau vis-à-vis de la thrombine de Mammifères.* Note (*) de M. **Méjer Burstein**, transmise par M. Léon Binet.

Il est connu que la thrombine bovine coagule plus vite le plasma de Mammifères que celui de la Poule. Bien plus, le plasma de Poule exerce un effet antagoniste, et allonge le temps de thrombine du plasma de Mammifères ([1]).

Il résulte de nos expériences que l'inhibiteur présent dans le plasma d'oiseau n'agit pas dans le cas où le fibrinogène a été préalablement modifié par le chauffage du plasma. La thrombine a été préparée à partir du plasma humain par la méthode de Mellanby ([2]). Suivant les échantillons, le temps de coagulation (temps de thrombine) était de 4 à 7 secondes pour le plasma humain, de 15 à 30 secondes pour le plasma d'Oie et de 50 à 90 secondes pour le plasma de Poule ($0^{cm^3},2$ plasma citraté à $4\,^0/_{00} + 0^{cm^3},1$ thrombine à 20^a). Il est facile de constater que le plasma d'oiseau allonge le temps de thrombine du plasma humain, et que l'effet est d'autant plus net que la thrombine est plus diluée.

Voici une expérience à titre d'exemple (les chiffres indiquent le temps de thrombine en secondes).

Concentration de la solution de thrombine.	Plasma humain (A).	Plasma d'Oie (B).	0,9 A + 0,1 B.	0,8 A + 0,2 B.	0,7 A + 0,3 B.	0,6 A + 0,4 B.
1/1	6	25	11	17	23	25
1/5	16	60	30	42	50	58
1/10	28	110	45	65	85	110

Or, lorsqu'on chauffe au préalable le plasma humain 12 minutes à 49°, le temps de thrombine n'est plus modifié en présence du plasma d'oiseau. Cela

(*) Séance du 11 septembre 1950.

([1]) W. Seegers et H. P. Smith, *Amer. J. Phys.*, 137, 1942, p. 348.

([2]) *Proc. Roy. Soc. London*, B, 113, 1933, p. 93.

ne peut pas s'expliquer par la destruction d'un cofacteur thermolabile; en effet, le mélange à parties égales du plasma non chauffé et du plasma chauffé se comporte de la même façon.

Voici une expérience à titre d'exemple. (Les chiffres indiquent le temps de thrombine en secondes.)

Concentration de la solution de thrombine.	Plasma humain non chauffé (A).	Plasma humain chauffé 12m à 49° (B).	Plasma d'Oie non chauffé (C).	Plasma d'Oie chauffé 12m à 51° (D).	Mélanges 0,5 A + 0,5 C.	Mélanges 0,5 B + 0,5 C.	Mélanges 0,25 A + 0,25 B + 0,50 C.	Mélanges 0,5 C + 0,5 D.
1/1	6	6	20	6	20	6	7	6
1/5	19	18	55	17	52	20	21	18
1/10	32	30	100	28	105	33	34	30

Il résulte de cette expérience que le fibrinogène humain a été modifié au cours du chauffage et que, de ce fait, l'inhibiteur présent dans le plasma d'oiseau ne peut plus agir. Cette expérience montre en plus que le chauffage modifie également le comportement du fibrinogène d'oiseau. En effet, lorsqu'on chauffe le plasma d'Oie 12 minutes à 51°, le temps de thrombine devient de l'ordre de 5 à 7 secondes (au lieu de 15 à 30 secondes). Ce raccourcissement ne s'explique pas par la thermolabilité de l'inhibiteur, puisque le mélange à parties égales du plasma chauffé et non chauffé coagule dans le même délai que le plasma chauffé seul.

L'effet du chauffage est d'autant plus net que le temps de thrombine est plus allongé. Ceci est le cas lorsqu'on utilise une thrombine diluée (expérience précédente) ou lorsqu'on ajoute des anticoagulants qui s'opposent à l'insolubilisation du fibrinogène par la thrombine.

Voici une expérience à titre d'exemple :

Temps de thrombine en secondes de plasma citraté d'Oie, chauffé et non, en présence de quelques anticoagulants.

Quantité de la solution d'anticoagulant ajoutée à 1cm³ du plasma.	(*).	NaCl à 20 %.	$(NH_4)_2SO_4$ à 20 %.	$K_4Fe(CN)_6$ à 10 %.	Urée à 30 %.	Héparine à 1 ‰₀.	$KMnO_4$ à 2,5 ‰.
0cm³10	—	65	40	60	65	60	45
	+	12	11	10	14	8	9
0cm³20	—	120	85	100	>120	>120	>120
	+	15	14	14	20	10	18

(*) Plasma non chauffé (—). Mélange 1/1 plasma non chauffé et plasma chauffé 12 minutes à 51° (+).

On admet actuellement à la suite de Apitz ([3]) qu'il se forme au cours de la

([3]) *Z. Ges. Exp. Med.*, **101**, 1937, p. 552; **102**, p. 202.

coagulation une substance intermédiaire entre le fibrinogène et la fibrine, qui est la profibrine. Cette dernière prendrait naissance également après chauffage du plasma. Il semble donc que l'inhibiteur du plasma d'oiseau s'oppose à la transformation du fibrinogène en profibrine, en présence de la thrombine de mammifères.

La profibrine une fois formée, à la suite du chauffage, le plasma d'oiseau ne peut plus empêcher l'action ultérieure de la thrombine de Mammifères. En résumé, le plasma d'oiseau contient une antithrombine de Mammifères qui interviendrait dans la transformation du fibrinogène en profibrine.

Notons encore que l'antagoniste du plasma d'Oie fait partie de la fraction des globulines, qu'il est détruit à 56°, que son effet est immédiat, qu'il n'est pas absorbé par le charbon, l'alumine, l'amiante, le phosphate tricalcique, et qu'il n'existe pas dans le sérum des oiseaux, étant probablement fixé par le caillot. (Sérum obtenu après coagulation spontanée ou après adjonction de thrombine au plasma).

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Rôle du cerveau au cours de la métamorphose de* Calliphora erythrocephala *Meig*. Note (*) de M. **Bernard Possompès**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

L'ablation du système nerveux, effectuée durant la période d'alimentation facultative chez une larve du troisième stade de *C. erythrocephala*, entraîne, ainsi que je l'ai déjà signalé (1), le maintien de l'état larvaire malgré la présence de l'anneau de Weismann. L'expérience montre, en outre, que, l'alimentation strictement obligatoire achevée, le système nerveux n'est plus nécessaire à l'accomplissement des fonctions larvaires de nutrition.

J'ai, par ailleurs, constaté (2) qu'un seul anneau de Weismann, prélevé sur une larve très jeune du troisième stade ou sur une larve des deux stades précédents, ne peut induire le développement imaginal chez une larve *permanente* réalisée par ablation de son propre anneau de Weismann. Une seule glande en anneau issue d'une larve âgée du troisième stade se révèle cependant active.

Les faits brièvement exposés ci-dessus suggèrent l'idée d'une action cérébrale activatrice s'exerçant sur l'anneau de Weismann, hypothèse dont la vérification fait l'objet de la présente Note.

J'ai opéré sur des larves âgées du troisième stade dont le jabot, distendu par les aliments, atteint son volume maximum. Ces animaux, en état de nutrition intense, reçoivent un implantat de nature variable; celui-ci poursuit son évolution, s'accroît, est ultérieurement colonisé par un abondant chevelu trachéen si l'hôte se métamorphose et demeure

---

(*) Séance du 11 septembre 1950.

(1) *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 73, 1948, p. 100-102.

(2) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 409-411.

ainsi physiologiquement vivant durant toute la vie de l'hôte. Les larves ainsi pourvues d'un *greffon à action durable* sont ensuite privées de leur propre anneau de Weismann à un âge où la métamorphose exige encore la présence de cet organe. L'évolution ultérieure de telles larves est évidemment fonction de l'activité de l'implantat.

Quatre types d'implantats prélevés sur des larves de divers âges des premier et deuxième stades et sur des larves très jeunes du troisième stade ont été utilisés.

1. *Anneaux de Weismann isolés.* — Les glandes en anneau implantées se sont révélées inactives dans la grande majorité des cas (87,5 %). Quand elles parviennent à déclencher la métamorphose, celle-ci se manifeste dans un délai relativement long (11 à 21 jours après l'ablation).

2. *Cerveaux.* — Les cerveaux n'ont jamais induit le développement imaginal (survie de l'hôte à l'état larvaire se prolongeant jusqu'à 30 jours après l'ablation). Chez la larve de *Drosophila* ligaturée avant la période critique, M. Vogt a déjà montré ([3]) que l'implantation de cerveaux n'entraîne jamais la métamorphose de la partie postérieure.

3. *Anneaux de Weismann et cervaux unis par leurs connexions anatomiques normales.* — Les implantats ainsi constitués déclenchent la métamorphose chez la plupart des animaux opérés (66,66 %, par exemple, dans une série) et l'hôte se transforme généralement en une nymphe à tête plus ou moins complètement dévaginée. Dans trois cas, j'ai obtenu un *imago achevé parfaitement constitué.* Les implantats ici utilisés sont donc susceptibles de conduire la morphogenèse imaginale jusqu'à son terme chez des animaux par eux-mêmes incapables de dépasser le stade larvaire.

4. *Couples anneau de Weismann-cerveau libérés au préalable de leurs connexions réciproques.* — Les larves pourvues de tels implantats amorcent leur métamorphose dans une minorité de cas seulement (11 %).

Les résultats de ces expériences permettent de conclure que, chez *C. erythrocephala*, un stimulus initial né dans le cerveau active l'anneau de Weismann et plus spécialement les grandes cellules glandulaires composant la glande péritrachéenne. Ces cellules à leur tour sécrètent un facteur induisant la métamorphose et conduisant celle-ci jusqu'à la réalisation de l'imago. Je ne puis encore préciser le mécanisme, nerveux ou humoral, de cette activation d'origine cérébrale. Les expériences du quatrième type, réalisées dans ce but, ne diffèrent pas dans leurs résultats des expériences du premier type. Peut-être, dans les deux cas, une glande en anneau faiblement active parvient-elle, à la longue, à réaliser une teneur efficace en hormone. Une action possible du cerveau de l'hôte n'est pas à envisager, car la destruction d'un ou des deux ganglions cérébroïdes ne modifie en rien les résultats.

Ces faits rappellent l'activation, mise en évidence par Williams, de la glande prothoracique par les cellules neuro-sécrétrices du cerveau chez le *Platysamia cecropia;* dans ce dernier cas, le cerveau agit incontestablement par voie hormonale. Wigglesworth attribue aux cellules neuro-sécrétrices du protocerebron de *Rhodnius prolixus* la sécrétion de

---

([3]) *Naturwiss.*, 30, 1942, p. 470-471.

l'hormone déclenchant les mues; cette hormone protocérébrale n'agirait-elle pas de façon similaire en stimulant une glande de situation post-céphalique non entraînée par la décapitation? Le cerveau de la larve de *C. erythrocephala* possède également des cellules neuro-sécrétrices de signification fonctionnelle probablement comparable. La démonstration de leur mode d'action nécessite de nouvelles expériences.

La séance est levée à 15h45m.

L. B.

ERRATA.

(*Comptes rendus* du 24 juillet 1950.)

Note présentée le 10 juillet 1950, de M. *Paul Becquerel*, La suspension de la vie au-dessous de 1/20°K absolu par démagnétisation adiabatique de l'alun de fer dans le vide le plus élevé :

Page 263, 24e et 25e lignes, *au lieu de* ces, *lire* ses.